

THE EFFECTS OF BRIDGING ANALOGIES ON HIGH SCHOOL
STUDENTS' MISCONCEPTIONS IN MECHANICS

110 239

A THESIS SUBMITTED TO

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
OF THE MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY

BY

SERKAN YILMAZ

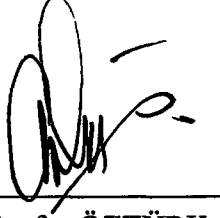
IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE
IN
THE DEPARTMENT OF
SECONDARY SCIENCE AND MATHEMATICS EDUCATION

JUNE 2001

TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜBANTASYON MERKEZİ

116239

Approval of the Graduate School of Natural and Applied Sciences.



● ● Prof. Dr. Tayfur ÖZTÜRK

Director

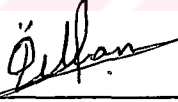
I certify that this thesis satisfies all the requirements as a thesis for the degree of
Master of Science.



Prof. Dr. Yaşar ERSOY

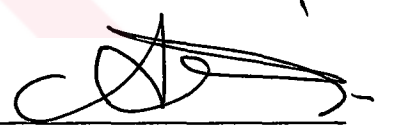
Head of Department

This is to certify that we have read this thesis and that in our opinion it is fully
adequate, in scope and quality, as a thesis for the degree of Master of Science.



Prof. Dr. Ömer GEBAN

Co-supervisor



Dr. Ali ERYILMAZ

Supervisor

Examining Committee Members

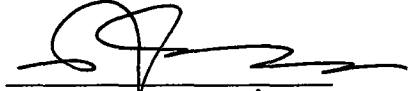
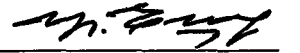
Prof. Dr. Yaşar ERSOY

Prof. Dr. Ömer GEBAN

Dr. Ahmet İlhan ŞEN

Dr. Mehmet SANCAR

Dr. Ali ERYILMAZ



ABSTRACT

THE EFFECTS OF BRIDGING ANALOGIES ON HIGH SCHOOL STUDENTS' MISCONCEPTIONS IN MECHANICS

Yılmaz, Serkan

M.S., Department of Secondary Science and Mathematics Education

Supervisor: Dr. Ali Eryılmaz

Co-supervisor: Prof. Dr. Ömer Geban

June 2001, 152 pages

The main purpose of this study was to investigate the effects of bridging analogies on high school students' misconceptions in mechanics. A Mechanics Misconception Test (MMT) was developed by the researcher to measure students' misconceptions.

The pilot study was conducted with 2 physics teachers, 4 classes, total of 67 9th grade high school students. According to the results of the pilot study all teaching/learning materials, treatment and instrument were revised or improved. In the light of the feedback of the pilot study some questions of MMT were also revised, and some were totally discarded.

This study was conducted with 3 physics teachers, 7 classes, total of 119 high school students in the academic year of 2000-2001. The teachers were trained for how to implement bridging analogies in the classroom. Students from four classes participated in traditional instruction and referred as control group, whereas the other three classes instructed by using Bridging Analogies (BA) referred as experimental group. MMT was applied twice as a pre-test and after a three-week treatment period as a post-test to both groups. Unit plans, concept maps, a make sense scale, demonstrations and assignments were also utilized in this treatment period.

The findings of the pre-test showed that the students actually have misconceptions in mechanics. The data were analyzed by using ANCOVA. The statistical results indicated that for the experimental group, the BA method was an effective means of reducing the number of students' misconceptions in mechanics. The reduction of misconceptions that students hold is obvious, but it is still impossible to talk about totally remediation of misconceptions even by BA. Hence, it is strongly advised that teachers should take into account of students' misconceptions in teaching any science topic.

Keywords: Misconceptions, Preconceptions, Anchoring Analogy, Bridging Analogies, Gender, Conceptual Learning.

ÖZ

BİRLEŞTİRİCİ BENZETME VE ÖRNEKLEME YÖNTEMİNİN LİSE ÖĞRENCİLERİNİN MEKANİK KONULARINDAKİ KAVRAM YANILGILARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Yılmaz, Serkan

Yüksek Lisans, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü

Tez Yöneticisi: Dr. Ali Eryılmaz

Ortak Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Ömer Geban

Haziran 2001, 152 sayfa

Bu çalışmanın amacı; Birleştirici Benzetme ve Örnekleme Yöntemi'nin (BBÖY) lise öğrencilerinin Mekanik konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarına olan etkisini araştırmaktır. Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını ölçebilmek için araştırmacı tarafından Mekanik Kavram Yanılgıları Testi (MKYT) geliştirildi.

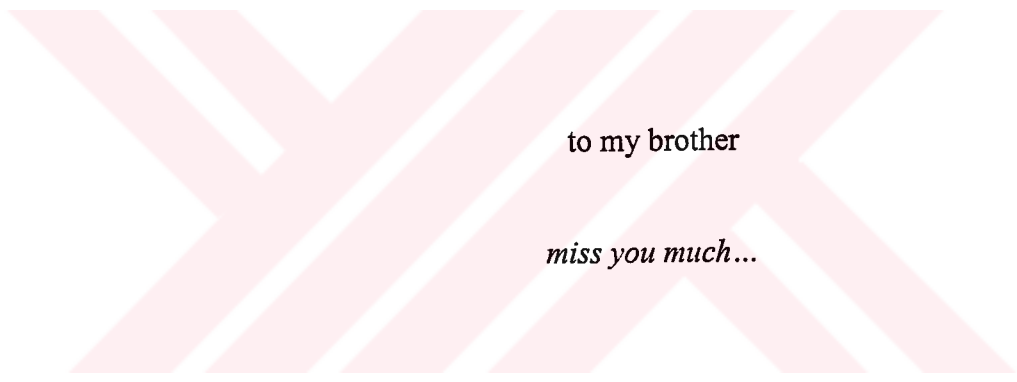
İki fizik öğretmeni, 4 sınıf ve toplam 67 dokuzuncu sınıf lise öğrencisi ile pilot çalışma yapıldı. Pilot çalışmanın sonuçlarına göre bütün öğretim-öğrenim materyalleri, araçları ve verilen eğitim kontrol edilip geliştirildi. Ayrıca bu

çalışmanın ışığında MKYT'ndeki bazı sorular kısmen değiştirildi ve bazıları da tamamen atıldı.

Bu çalışma ise 3 fizik öğretmeni, 7 sınıf ve toplam 119 lise öğrencisinin katılımıyla 2000-2001 akademik döneminde gerçekleştirildi. Öğretmenler birleştirici benzetme ve örnekleme yönteminin nasıl uygulanacağı konusunda eğitildi. Geleneksel öğretim metoduyla ders anlatılan dört sınıf kontrol grubu BBÖY'yle anlatılan diğer üç sınıf ise deneysel grup diye nitelendirildi. MKYT ön test ve üç haftalık bir eğitim periyodundan sonra son test olmak üzere iki gruba da iki kez uygulandı. Bu eğitim süresinde ünite planları, kavram şemaları, 'neler anlamlıdır' ölçeği, demolar ve ödevlerden de yararlandı.

Öğrencilerin mekaniğin bazı konularında kavram yanlışlarına sahip oldukları ön test sonucunda ortaya çıktı. Veriler ANCOVA ile analiz edildi. İstatistiksel sonuçlar BBÖY'nin deneysel gruptaki öğrencilerin mekanik konusunda sahip oldukları kavram yanlışları sayısındaki azalmada etkili olduğunu gösterdi. BBÖY'le ders anlatılan öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarındaki azalma çok bariz olmasına karşın kavram yanlışlarının tamamen giderilmesi gibi bir durumdan BBÖY'le bile bahsedilmesi mümkün değildir. Dolayısıyla öğretmenlerin herhangi bir fen konusunun anlatımında öğrencilerin o konuda sahip olabilecekleri kavram yanlışlarını göz önünde bulundurması önemle tavsiye edilir.

Anahtar Kelimeler: Kavram Yanlışları, Ön Kavramlar, Temel Benzetme, Birleştirici Benzetme ve Örnekleme Yöntemi, Cinsiyet, Kavramsal Öğrenme.



to my brother

miss you much...

ACKNOWLEDGMENTS

I would like to express my gratitude to Dr. Ali Eryılmaz. I owe a special word of gratitude to him for his patient guidance, sound advice and constructive criticisms. He has been always there whenever I need him. He is more than a mere teacher to me, instead a pioneer, a conductor, a valuable supervisor and a close friend. Without his warm support it was impossible for me to complete my thesis.

I wish to express my deep appreciation to the prospective teachers who participated in this project; Almer, Mine, Aynur and Elif. And also thankful to brilliant students who participated in this study.

I would like to extend my gratitude to examining committee Prof. Dr. Yaşar Ersoy, Prof. Dr. Ömer Geban, Dr. Ahmet İlhan Şen and Dr. Mehmet Sancar for their helpful criticism and comments.

Throughout the MS period there was one power that provided me with the moral support and encouragement to successfully fulfill this thesis. Thanks and claps are to you-my dear family and my lovely brother Savaş. And special thanks to my friends; Sezai, Mahmut, Talip, Türker, Bahar, Özgür, Özlem, Muli and my homemate Serdar. Thank you all very much indeed.

This thesis was supported by AFP-99.05.01.05. I would like to emphasize my sincere appreciation and also thanks to them for their financial support.

TABLE OF CONTENTS

ABSTRACT.....	iii
ÖZ	v
ACKNOWLEDGMENTS	viii
TABLE OF CONTENTS.....	ix
LIST OF TABLES	xii
LIST OF FIGURES	xiii
LIST OF SYMBOLS	xiv
CHAPTER	
1. INTRODUCTION.....	1
1.1 The Main Problem and Sub-problems.....	3
1.1.1 Problem.....	3
1.1.2 The Sub-problems	3
1.2 Hypotheses	4
1.3 Significance of the Study.....	4
1.4 Definition of Important Terms	5
2. REVIEW OF RELATED LITERATURE	8
2.1 Factors Influencing Students' Achievement in Mechanics	8
2.2 Concept of 'Preconception'	9
2.2.1 Misconceptions in Mechanics	11

2.3	Conceptual Change Model	13
2.4	Analogy	16
2.4.1	Bridging Analogies.....	18
2.5	Summary of Findings of the Reviewed Studies	23
3.	METHODS.....	25
3.1	Population and Sample.....	25
3.2	Variables.....	27
3.3	Instruments	28
3.4	Teaching/Learning Materials.....	32
3.5	Procedure.....	34
3.6	Analyses of Data.....	36
3.7	Assumptions	38
4.	RESULTS.....	39
4.1	Descriptive Statistics	39
4.2	Inferential Statistics	42
4.2.1	Missing Data Analysis.....	42
4.2.2	Determination of the Covariates.....	43
4.2.3	Assumptions of ANCOVA.....	44
4.2.4	ANCOVA Model	46
4.2.5	Null Hypothesis 1	47
4.2.6	Null Hypothesis 2.....	47
4.2.7	Null Hypothesis 3	48
4.3	Comparison of Students' Misconceptions.....	49

4.4 Summary of Results	53
5. CONCLUSIONS, DISCUSSIONS AND IMPLICATIONS	55
5.1 Conclusions	55
5.2 Discussion of Results	56
5.3 Implications	58
5.4 Internal Validity of the Study	59
5.5 External Validity	61
5.6 Recommendations for Further Research	62
REFERENCES	63
APPENDICES	
A. UNIT PLANS	67
B. MECHANICS MISCONCEPTION TEST	98
B1. PRE MMT AND ANSWER KEY	98
B2. POST MMT AND ANSWER KEY	106
C. CONCEPT MAPS	114
D. QUIZ AND ASSIGNMENTS	127
E. MAKE SENSE SCALE	148
F. RAW DATA	150

LIST OF TABLES

TABLE

3.1	Number of Students in Each Class.....	26
3.2	Characteristics of the Sample: Age and Gender.....	26
3.3	Identification of Variables.....	27
3.4	Alternatives Representing Misconceptions	31
3.5	Mechanics Concepts and Related Misconceptions.....	32
3.6	Variable-Set Composition and Statistical Model Entry Order.....	37
4.1	Mechanics Misconception Test Score Means and Standard Deviations According to Students' Gender and Age.....	40
4.2	Basic Descriptive Statistics Related to the Data of the Study.....	41
4.3	Missing Data versus Variables.....	43
4.4	Significance Test of Correlation between Dependent Variable and Covariates.....	44
4.5	Analysis of the Regression Assumption in the ANCOVA Model.....	45
4.6	Levene's Test of Equality of Error Variances.....	45
4.7	ANCOVA: Tests of Between-Subjects Effects.....	46

LIST OF FIGURES

FIGURE

2.1	Steps of Bridging Analogies.....	19
3.1	Students' Attitudes towards Physics Courses.....	27
4.1	Histograms of Experimental Group in Both Tests.....	41
4.2	Histograms of Control Group in Both Tests.....	42
4.3	Profile Plots of Gender versus Method of Instruction.....	48
4.4	Experimental Group Students' Misconceptions Related to Normal Forces, Frictional forces, and Tension.....	50
4.5	Control Group Students' Misconceptions Related to Normal Forces, Frictional Forces and Tension.....	50
4.6	Experimental Group Students' Misconceptions Related to Gravity, Inertia and Newton's Third Law.....	52
4.7	Control Group Students' Misconceptions Related to Gravity, Inertia and Newton's Third Law.....	52

LIST OF SYMBOLS

SPC-Grade:	Students' Physics Course Grades in the Previous Semester
MMT:	Mechanics Misconception Test
BA:	Bridging Analogies
TM:	Traditional Method
EG:	Experimental Group
CG:	Control Group
M:	Misconceptions Related to Mechanics
H:	Hypothesis
df:	Degrees of Freedom
n:	Sample Size
μ :	Mean of the Population
M:	Mean of the Sample
S:	Standard Deviation of the Sample
t:	T Statistic
α :	Significance Level

CHAPTER 1

INTRODUCTION

Science is more than just knowledge. Science is a human enterprise involving mental operations, computational skills and strategies, courage, curiosity, persistence and anxiety, devised by individuals to discover the nature of universe. Science is important to all of us. It raises the hope that we can truly progress to a higher understanding of ourselves and our relationships with nature. Science and its derivative, technology, changed and increased the life expectancy and material well being of people (Baybee & Sund, 1981). These ongoing rapid changes in science have affected the teaching of science. Thus, naturally, each branch of science education such as physics education is also affected by these innovations.

Physics is the most basic of all sciences (Bueche, 1988). It is not possible to explain the meaning and the content of physics with one simple sentence. Physics is the study of the laws of nature and their application to non-living things. In another way of saying, it is the body of knowledge gained from the study of a natural phenomenon. According to Bueche (1988), physics is what physicists do. It is not a set of facts and rules to be memorized. Instead, memorization is a fruitless way to try to learn physics (Bueche, 1988). Physics is a difficult course to construct meaningful learning.

Physics Education has been one of the fundamental areas in Science Education in which many studies were done. The major concern of these studies has

been the problems of introductory physics. Mechanics constitutes the basis of introductory physics and further physics knowledge. Since being the first course in physics, mechanics may be troublesome to most of the students. That is why many studies have been performed to identify the factors affecting students' achievement in mechanics. One of the factors we deal with is students' preconceptions (previous conceptions what the learner thinks about the scientific phenomena before the subject is instructed).

Many studies have been conducted about students' preconceptions in mechanics. These studies (Brown, 1989; Clement, 1982; Halloun & Hestenes, 1985a) made explicit a significant relationship between students' preconceptions and students' achievement in mechanics. When considering research studies related to students' preconceptions in mechanics, it is possible to classify them into three main groups as descriptive studies, explanatory studies and intervention studies.

Descriptive studies, most common type (Brown, 1989; Champagne, 1980; Clement, 1982; Lawson & McDermott, 1987), have the intention to identify and describe students' preconceptions. Thus, by this way descriptive studies not only do clarify many unknowns but also as a consequence has a great contribution to the development of knowledge in this area.

Explanatory studies (Clement, 1982; Halloun & Hestenes, 1985a) have the intention to explain conceptual study and change, whereas intervention studies (Brown, 1992; Clement, 1993), which attempt to foster conceptual change, try to test the explanations declared by the explanatory studies. Such studies (intervention) enable researchers to assess the effectiveness of various teaching

methods, classroom arrangements, and other endeavors affecting the characteristics of groups or individuals. It is necessary to mention here that studies that attempt to foster conceptual change are not common in the literature.

To investigate whether something will affect something else, researchers need to conduct intervention studies. This intervention study is basically concerns about a teaching method-technique, named as bridging analogies.

1.1 The Main Problem and Sub-problems

1.1.1 Problem

The basic principle underlying all of the conceptual change teaching approaches is one that stresses the significance of acknowledging the learner's existing ideas and understandings in any teaching/learning process. Students should be given the opportunity to express and discuss their ideas. The status, existence and effects of their misconceptions should be lowered, for instance, by means of bridging or analogical situations. Considering all tips so far, the intention of this study is to lower or if possible, completely remediate these misconceptions by the help of bridging analogies. Restated question form of our intention could be as follows:

Do bridging (anchoring) analogies (BA) have an effect on high school students' misconceptions in mechanics?

1.1.2 The Sub-problems

1. What are the effects of BA on students' misconceptions in mechanics?

2. What is the effect of gender on students' misconceptions in mechanics?
3. What is the interaction effect of gender and BA on students' misconceptions in mechanics?

1.2 Hypotheses

The problems are tested with the following hypotheses. They are stated in null form, and tested for a significance level of $\alpha = .05$.

1. There is no significant difference between the population means of students instructed by BA and the students instructed by traditional method (TM) when age, students' physics course grades in the previous semester (SPC-Grade) and prior knowledge of mechanics (pre MMT) are controlled. $H_0: \mu_{BA} - \mu_{TM} = 0$.
2. There is no significant difference between the population means of male and female students' misconception scores when age, SPC-Grade and pre MMT scores are controlled. $H_0: \mu_{female} - \mu_{male} = 0$.
3. There is no significant interaction effect of gender and the method on population means of students' misconception scores when age, SPC-Grade and pre MMT scores are controlled. H_0 : no interaction effects exist.

1.3 Significance of the Study

Mechanics comprises the basic of further physics knowledge and misconceptions are threats to the learning-teaching process of this important issue. It is known that architects mostly care about the base of a construction. Since any

weakness in the base may result in weaker construction or maybe even collapse. Likewise, as being the base and first course of introductory physics, appropriate attention should be paid to this subject. That is why many studies (Champagne, Anderson & Klopfer, 1980; Clement, 1982; Minstrell, 1982; Halloun & Hestenes, 1985a) were done to investigate and describe the characteristics of preconceptions, but what a pity is that very little has been done to overcome these misconceptions, especially in Turkey.

It has frequently been argued that analogies may be valuable tools in teaching and learning difficult scientific concepts (Gee, 1978). As Brown (1989) and Clement (1993) studies made explicit, “bridging analogies” method could be effective in overcoming students’ misconceptions in mechanics. It is expected to improve not only students’ understanding of the concept of mechanics, but also other related concepts of physics. The notion of searching for bridging analogies; therefore, anchoring intuitions and anchors, opens up a large research area. Empirical studies are needed to find good, new and effective anchors (Clement, 1993) in mechanics or in other concepts of physics or even in any other branches of science (mathematics, chemistry, biology) in further research studies.

1.4 Definition of Important Terms

Students’ misconceptions in mechanics, students’ physics course grades in the previous semester (SPC-Grade), gender, students’ prior knowledge of mechanics (pre MMT) and the method of instruction (bridging analogies and traditional method) are the variables of this study. Students’ misconceptions in mechanics

(post MMT scores) is dependent variable while the method of instruction, pre MMT, SPC-Grade, age and gender are independent variables.

Following terms are necessary in understanding my study.

- i. **Preconception:** This term is used to mean a conception in a certain area that is present in a student prior to formal instruction. It is important to note that not all preconceptions are misconceptions (Clement, 1993).
- ii. **Misconception:** A preconception that can conflict with currently accepted physical theory (Clement, 1993). This does not mean that a misconception is totally invaluable. They might be respected as creative constructions and in a sense they are successful adaptations to some situations in everyday life.
- iii. **Anchoring conception:** As Clement, Brown and Zietsman (1989) mentioned, some of the preconceptions that are largely in agreement with currently accepted physical theory are tagged as anchoring conceptions. A good anchoring conception should be well searched and should make sense to students.
- iv. **Conceptual change:** Overcoming the dominance of a misconception in inappropriate situation by selecting the most appropriate way (whether modify the domain of, displace, modify and improve, replace or suppress a conception) (Clement, 1993).
- v. **Students' misconceptions in mechanics:** All ideas pertain to mechanics that are contradictory to or inconsistent with the Newtonian idea. For instance, students who hold the 'motion implies force' misconception believe that it requires a constant force to keep an object moving at a constant speed whereas physicists

believe that an object moving at a constant speed has a zero net force acting on it. The misconceptions assessed in the study will be given in detail in Chapter 3. This variable was operationally measured by the Mechanics Misconception Test that the researcher developed.

- vi. Prior knowledge of mechanics (pre MMT): Students' misconceptions in mechanics and their achievement in mechanics prior the instruction were highly correlated. First form of Mechanics Misconception Test as a pre-test was used to measure this variable. Pre MMT was used as a covariate in the statistical analysis.
- vii. Age: The ages of students in years participated in the study were taken at the time of pre-testing. This variable was used as a covariate in the analysis.
- viii. Students' physics course grades in the previous semester (SPC-Grade): At the time of pre-testing SPC-Grade were taken and then it was used as a covariate in the statistical analysis.
- ix. Method of instruction (Bridging Analogies and Traditional Method): Anchoring analogies and bridging analogies in this study are being used in the same meaning. The logic underlying in this technique is briefly: Examples formed a connected sequence, starting from an anchoring conception (a situation in which most students believe), through intermediate situations (facilitator analogies), to the desired target situation (Brown, 1992). Bridging Analogies will be explained in detail in Chapter 2.

CHAPTER 2

REVIEW OF RELATED LITERATURE

2.1 Factors Influencing Students' Achievement in Mechanics

Science concepts are not simple entities to be learned and the learning of science concepts does not occur in a single step (Pines & West, 1986). Instead, to acquire a scientific knowledge (concepts in agreement with current physical theories) is not that much easy. Even sometimes very simple scientific problems could be misunderstood. As many educators confessed this might be due to the existence of many factors that are affecting this learning process. From those, most often explored are:

1. mathematical skills (Champagne, Klopfer, & Anderson, 1980)
2. general level of cognitive development (Griffith, 1985)
3. student's gender (Çataloğlu, 1996; Eryılmaz, 1992; Eryılmaz, 1996; Halloun & Hestenes, 1985a)
4. problem solving skills (Reif, 1981)
5. amount of high school science and mathematics studied
6. study of physics in high school
7. preconceptions and misconceptions (Clement, 1982; Minstrell, 1982; Van Hise, 1988; Eryılmaz, 1992)

Consider, for instance, the mathematical skills. Champagne, Klopfer and Anderson (1980) findings and many other investigations have shown that mathematical skills are a factor affecting students' success in learning mechanics. Many teachers have assumed that proficiency in mathematics could be necessary condition for success in learning physics. But, a high score on a mathematical test is no way a guarantee of success in mechanics.

Students do not start the mechanics course with any lack of ideas about the motion of objects. In fact, as Champagne et al. (1980) mentioned each student generally has a rich accumulation of interrelated ideas that constitutes a personal system of common-sense beliefs about motion. These common-sense intuitive ideas, based on years of experience with moving objects, serve the students satisfactorily in describing the world. But, this belief system is different than the formal system of Newtonian mechanics that the physics courses aim to teach. In brief, students' preconceptions about motion and its causes have a significant effect on their performance in mechanics (Halloun & Hestenes, 1985a).

2.2 Concept of 'Preconception'

Students come to class having had experiences with the genuine physical world and having organized these experiences into their own mental models (which is one of the baselines of the educational philosophy known as constructivism). Mental models must be built. It is known that people could learn better by living than by just watching something being done. The student is not a tabula rasa (blank slate or blank minded). In other words, the situation is not as follows:

- Teacher knows everything and students know nothing.
- Students come to a class with nothing exists in their minds as if their brains are super-neat white sheets just like currently formatted diskette.
- Teacher teaches and students are just thought (think of a computer just only inputs data, however no question, no output or even no reply).

Why should we be surprised that students think that any moving object will eventually come to a stop? In their direct personal experience that is always the case. It is even the case in the demonstrations we show in class to demonstrate the opposite! When I slide a dry-ice levitated puck across the lecture table, I catch it and stop it at the end of the table. If I did not, it would slide off the table, bounce, roll a short distance and stop. Every student knows that (Redish, 1994; p. 799).

As simply mentioned in the paragraph given above, experiences of students with the physical world such as a car accident, a levitating balloon, braking train, fallen apple, running man, book resting on a table or a man lifting a box cause them to build their own conceptions or their own understandings of scientific concepts. These previous conceptions, what the students think about scientific phenomena before the instruction of the subject, are often called preconceptions in the literature of physics education. Novak (1977) calls them also “preconceptions”; Driver and Easley (1978) refer them as “alternative conceptions” whereas Helm (1980) calls them “misconceptions”; Sutton (1980) tagged them as “children’s scientific intuitions”; Gilbert, Watts and Osborne (1982) prefer the term “children’s science”; Halloun and Hestenes (1985b) use the term “common sense concepts”; finally Pines and West’s (1986) choice is “spontaneous knowledge”.

It is noteworthy here to point out that not all preconceptions are misconceptions. Preconceptions that are in some aspects contradictory to or

inconsistent with the scientific knowledge are called misconceptions whereas the preconceptions that are in agreement with the currently accepted physical theory are called anchoring conceptions. It will be wrong to call all preconceptions that are consistent with scientific knowledge as anchoring conceptions. Clement (1993) and his team predicted that hitting a wall with one's fist would be an excellent anchoring example for the idea that a static object can exert a force. Surprisingly, only 41% of the pre-physics students agreed that the wall would exert a force on one's hand. Thus, any concrete example that makes sense to the teacher may not necessarily work. A proper and good anchoring conception should be carefully searched and should make sense to the students.

2.2.1 Misconceptions in Mechanics

Related literatures (Clement, 1982; Halloun & Hestenes, 1985a) indicate that student over a wide range of age and educational backgrounds have misconceptions about many concepts in mechanics. Not only ordinary students but also honor students and even physics teachers (Eryilmaz, 1992) in fact highly misunderstand some concepts of mechanics. It is not easy to overcome these misconceptions. They should not be regarded as unimportant, instead they are deep-seated, common and constitute persistent barriers to achieving conceptual understanding (Minstrell, 1982). Now, let us briefly explain the misconceptions that one could frequently come across:

- i. Ideal versus real systems: It is troublesome for students to imagine frictionless world. That could be why some students believed that the speed of objects

decrease even though the net force exerted on them is zero (Halloun & Hestenes, 1985b). It should not be so astonishing to realize that some of the students having this kind of misconception. Since, what is happening in the actual world lets one to think in that manner.

- ii. Motion implies force: Students' beliefs inhere is very similar to the Aristotelian view that a force is required to maintain an object in motion. Studies, like Champagne et al (1980) and Clement (1982) indicate that students are harboring an idea that continuing motion, even at a constant velocity, enable an assumption of the presence of force in frictionless medium in the direction of motion.
- iii. Impetus view: Jean Buridan called the motive power, which sustains the object's motion till it has been dissipated due to the resistance of the medium where the object is thrown, as "impetus". Students do not call it as impetus naturally but frequently they use the word "force" here, instead. They seem to think that a force (carried by the object itself) is required to keep an object moving and the velocity of the object is proportional to this so-called force (Gunstone, 1987).
- iv. Proportionality of force to velocity rather than acceleration: Students sometimes think that there is a linear relation between force and velocity rather than force and acceleration. As a consequence of this situation these students expect a constant velocity from a constant force.
- v. Passive forces: Minstrell (1982) asked the students to use arrows to represent the forces acting on a book resting on a table. Half of the students believed that

only gravity was exerting a vertical force on the book. Some students also think that only moving objects exerts a force on stationary objects. They are in a sense implicitly telling that nonliving things may have the ability to stop anything or may direct motion but are not able to exert a force.

- vi. Gravity: Heavier objects fall faster is what these students generally say. Some of these also assume a significant difference in gravitational attraction even in the situations that there is a small change in altitude. Thus, as Minstrell (1982) mentioned students are unsure about the nature of the gravity.

2.3 Conceptual Change Model

When compared to descriptive studies done in identifying and describing preconceptions held by students, number of the studies done to overcome misconceptions are very few. Some instructional models were developed to overcome those misconceptions. The conceptual change model has been one of the mostly mentioned models. Asoko, Scott and Driver (1991) have identified two main groupings of strategies. The first grouping of strategies which are based upon cognitive conflict (promoting situations where the students' existing ideas about a phenomena are firstly made explicit then directly challenged in order to materialize a state of cognitive conflict) and the resolution of conflicting perspectives. The second grouping is of strategies, which build on students' preexisting ideas and extend them via metaphor or analogy, to a new domain.

Only recently researchers have focussed on aspects related to knowledge, one's own knowledge and thought processes, one's own use of them, and their

purposeful control in conceptual growth and change. Conceptual growth requires various types of learning. Posner, Strike, Hewson and Gertzog (1982) uses the term assimilation for learning in which students' use their existing concepts to cope with new phenomena, whereas, during accommodation, students must reorganize or replace their baseline concepts. Posner et al. (1982) also pointed that several conditions must be fulfilled before accommodation could occur. In short:

- 1- There must be dissatisfaction with existing conceptions.
- 2- A new conception must be intelligible –Understanding of the component terms, syntax of the expression and the symbols used are in a sense what 'intelligible' actually mean. As Beeth's (1998) study made explicit, students' understandings and explanations of the word 'intelligible' by using their own words are simply: look from other person's perspective, understand what is being said, do not believe, make sense, picture in mind, have an idea about, say it in your own words, draw picture of it and be able to describe it.
- 3- A new conception must initially deem plausible –Any new concept must at least liable to solve the problems generated by its previous versions.
- 4- A new concept should be fruitful –Should enable or pioneer new areas of inquiry.

As proposed by Hewson and Thorley (1989), the central aspect of the model was lowering the status of alternative conceptions and raising that of the target scientific conceptions.

Conceptual change means the commitment to a new belief about a principle or a phenomenon, and the abandoning of an old one. Promotion of a new belief is

relatively easy, but it is difficult to get students to abandon their former beliefs (Gunstone & White, 1989). There were indeed, different sub-models under conceptual change. “Experience based” interventions include carefully designed activities that encourages students to differentiate compounded notions, i.e. heat and temperature (Driver, 1989). “Peer group discussion” as a support for conceptual change has been explored and the effectiveness of giving students opportunities through discussion to make their ideas available for reflection has been recognized (Driver, 1989). Some studies focused more on building on knowledge elements that the learner already had. Analogies can be a powerful tools in enhancing conceptual change (Mason, 1994). Clement, Brown and Zietsman (1989) have explored the approach of using bridging analogies. They assume that conceptual change can be encouraged by enabling students to build up qualitative-intuitive understandings of phenomenon before mastering quantitative principles. Forming analogical reasoning between a misunderstood target case and an anchoring example, which is built upon the intuitive knowledge by the student, develops such understandings.

Dykstra and Dewey (1992) rely on Piaget’s constructs of assimilation, accommodation and disequibration. He says that accommodation is always caused by disequibration, and disequibration usually occurs as a result of an event that does not fit the students’ existing beliefs, that is, when the students’ expectations are not met. He suggest that the majority of conceptual changes are members of three categories, described as:

-differentiation: new concepts emerge from existing more general concepts.

-class extension: existing concepts considered different are found to be cases of one broader notion.

-reconceptualization: a significant change in the nature of and relationship between concepts.

2.4 Analogy

Sometimes as in the case partly mentioned in the paragraph below (teacher and the student think that they are speaking in the same language, whereas in fact they are speaking different (similar sounding) languages) communicative failure may occur. It may be because students sometimes assign different meanings to expressions containing force. So, a common language, a tool, should be used to fulfill this gap. Using analogies could be helpful at this point.

...like the teacher and Jane, experience sheer insurmountable difficulties in their attempts to understand one another, even to the extent of giving up such attempts altogether. But, whereas they come to think of each other as living in different worlds, they may in fact, like the teacher and Jane, be only words apart (Klaassen & Lijnse, 1996; p. 125).

Analogy is a transfer of relational structure from a known domain (the source) to another basically similar but less known domain (the target). In other words, analogies are comparisons between dissimilar knowledge domains. Reducing complex concepts to a simpler and more familiar analogical tool is more or less what analogies do actually mean. They are used for instructional purposes. Analogies involves the presentation of an abstract new concept with a familiar, concrete one to help students to visualize the new concept.

There are three major theories on analogical reasoning in the literature: componential, structural and pragmatic theories. The componential theory identifies the different component skills underlying reasoning by analogy in the classical paradigm on solving analogies (Mason, 1994). It involves four element comparisons. Inferring the relation between the two first terms (a and b); generating the solution to the analogy between (c and d): a:b::c:d (bird:feathers::goat:?) as used in IQ tests. The structural and pragmatic theories have been elaborated to give account of analogical reasoning not in solving the classical analogies, but in solving problem analogies (Mason, 1994). According to structural theory, for instance, in making the analogy between the solar system and the atom, only the relational similarities shared by the source and the target are linked by higher-order relations, such as “cause”, instead of low-order relations, such as “bigger than” or “hot”. The pragmatic theory considers the role of analogy in a goal-directed system (Holyoak, 1985). That is, different goals can lead to different mappings (detection of similarities between two systems and infer of the relevant information on the target) for the same analogy.

It may be possible to produce meaningful learning via analogy. Many researchers emphasized the power of analogies in connecting information (Clement, Brown & Zietsman, 1989; Duit, 1991; Brown, 1992; Clement, 1993; Wong, 1993; Mason, 1994; Suzuki, 1994). Mason (1994) stated that analogies were found useful for

- i. organization of new knowledge
- ii. the access to, and retrieval of, information previously stored in memory

iii. the overcoming of misconceptions

iv. the creation of new schemata

Few studies have directly addressed the analogical nature of knowledge acquisition, and little known about the function, structure and development of students' prior knowledge that can serve as a bases for analogy formation (Suzuki, 1994). Brown and Clement (1989) and Clement, Brown and Zietsman (1989) investigated what affected the success of analogies when students had already constructed knowledge of the target concept. They used *bridging analogies* for establishing analogical connections between situations in which students initially believe that they are not analogous.

2.4.1 Bridging Analogies

Analogies in a more general sense have been researched by Clement (1993) in a study on high school students' preconceptions in mechanics and Wong (1993) on trainee teachers and the use of their own analogies in explaining the physical phenomena.

There are several ways to use analogies to facilitate and deepen students' understanding (Suzuki, 1994). Especially in complex concepts, a single analogy that utterly explains a scientific concept is not always accessible. However, combination of various relevant fragments or switching from one to another may enables better comprehension of scientific concepts. Moreover, Brown and Clement (1989) suggest that the successive presentation of familiar cases may ends in meaningful learning. They assumes that qualitative-intuitive understandings of phenomena

before mastering quantitative principles, are developed by forming analogical relations between a misunderstood case (target) and an anchoring example. The analogies were not presented to students in a ready-made fashion. In fact, the researchers introduced a series of anchoring analogies to simulate further reasoning about the problem without telling the students that the situations were similar.

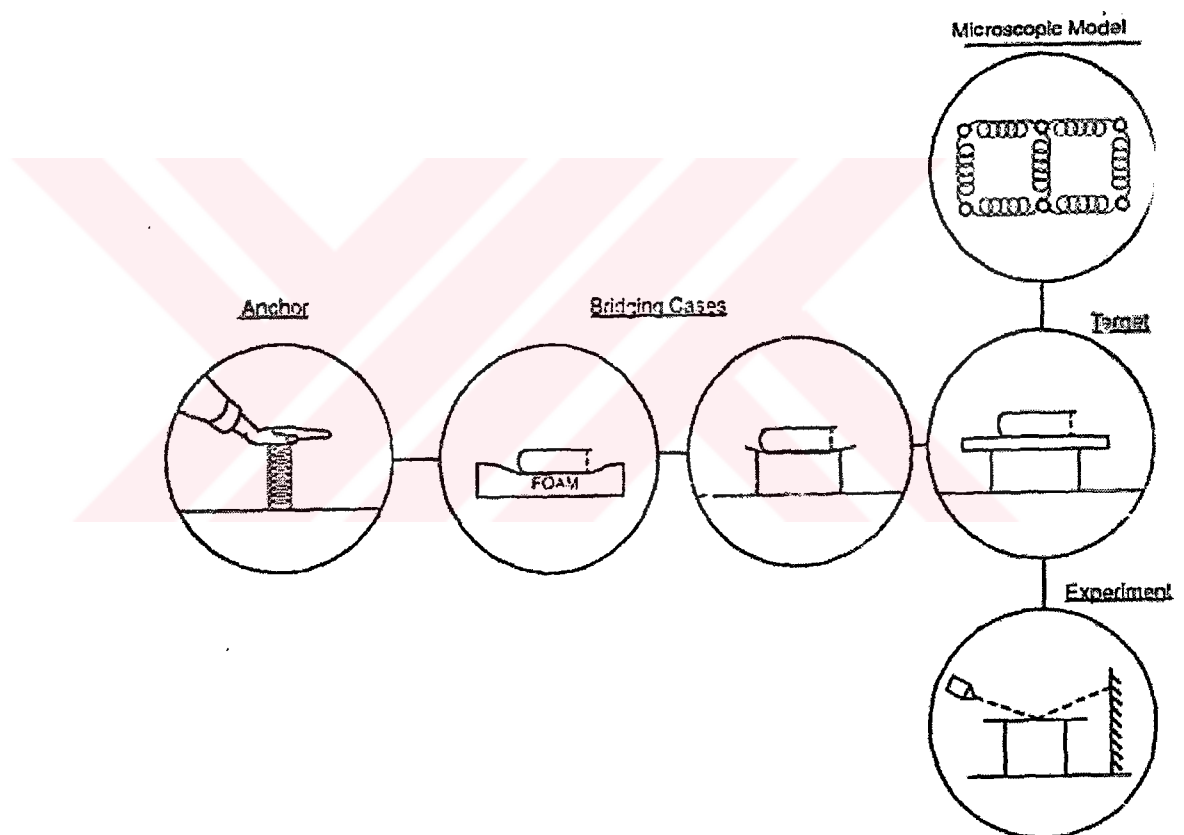


Figure 2.1. Steps of Bridging Analogies

As described by Brown and Clement (1989), bridging strategy has four steps:

1. Students' misconceptions, pertained to the topic under consideration, are made explicit with the help of a target question. To illustrate this lets take an example. For instance, think of a book resting on a table (Figure 2.1). Some students

regard the table (especially non-living things) as passive and unable to exert an upward force. So, a target question like “What are the forces acting on a book resting on a table?” that draws out this misconception should be used here.

2. Instructor proposes such a case that he or she views it, both as analogous and appealing to students’ intuitions. These common sense concepts, being compatible with accepted physical theory, are termed as an “anchor”.
3. Students are asked to make a comparison between the anchor and the target cases in an attempt to establish an analogy relation.
4. Instructor goes further to find an intermediate analogy between the target and the anchor, if the student does not accept the analogy. It could be either a single or a series of bridging analogies. The important thing here is that these intermediate analogies should be able to provide a perfect link between the anchor and the target. For instance, book resting on a spring might be an example of such a bridging analogy related to the case given above (see Figure 2.1). In addition to these steps, there is another important pinpoint of this technique. That is; the use of explanatory models and demonstrations are important stimulants to the effectiveness of bridging analogies.

Recent works (Brown, 1987; Brown & Clement, 1989; Clement, Brown & Zietsman, 1989; Brown, 1992; Clement, 1993) have involved further researches on anchoring conceptions. Brown (1992) and Clement (1993) also constructed several lessons about experimental use of the strategy. The lessons led many students to change their minds about or degree of belief in the physicist’s view. Clement (1993) carried out this study by using high school students who were taking first year

physics course. There were 150 students in experimental group and 55 students in control group. Experimental-group teachers participated in a one-week workshop. Experimental lessons including three concepts (static normal forces, friction, and Newton's third law) were tested for one year and revised on the basis of classroom observations. A 15-question test designed to detect common alternative conceptions is used as both pre- and post-test. Identical pre and post-tests were given about 6 months apart. Data were analyzed by comparing the gain scores, and tested for significance at the level of .0001. The experimental group students had significantly larger gains in two of three areas, showing gain differences of about 1.75 standard deviations over control group students in static normal forces ($t=7.75$, $p<.001$, two-tailed). Although their gains in friction section were not significantly higher, it was encouraging that considerable gains could be measured in two areas with lower physics classes. In short this study also showed similar results with previously mentioned studies.

Clement (1987) have developed and tested an analogical teaching strategy, within the field of mechanics, which aims to 'increase the range of application of the useful intuitions and decrease the range of application of the detrimental intuitions'. The strategy assumes that conceptual change can be encouraged by enabling students to construct qualitative understandings of the phenomena before mastering quantitative principles. Such understandings may develop by forming analogical relations. The use of bridging analogies has been found to be useful in developing these relationships.

Brown (1987), using 130 high school students, pointed out the effectiveness of using anchoring analogies and examples on students' misconceptions in physics. The study made explicit that not all preconceptions that are in agreement with currently accepted physical theories but also even some of the possible anchoring conceptions that make sense to teacher might not necessarily work. Good anchoring analogies (anchors) should primarily make sense to students. Identification of good and usable anchors is mostly researched in this study.

Clement, Brown and Zietsman (1989), using 137 students from three Western high schools who had not yet taken any physics, used a 14 item multiple choice diagnostics test to identify anchoring conceptions. The criterion, that they set forth for determining anchoring conceptions was that if the percentage of the students who had given correct response to a problem with substantial confidence (two or three out of three) is 70 %, then the concept in the problem is defined as an anchoring conception. The major result of the study was that those preconceptions held by the students are not all detrimental to learning, but some of them can be helpful anchoring conceptions.

Brown and Clement (1989) indicated parallel results in a study, four interviews with three students involving four different misconceptions, in which bridging strategy is involved. However, they also pointed out some results that are not expected. The study revealed that some anchoring analogies produced conceptual change, whereas some anchoring analogies were not useful anchoring analogies for producing conceptual change.

Brown (1992), using 21 high school volunteer chemistry students, studied the examples and analogies used to remediate misconceptions in physics. The subjects had not taken any physics course. Each of them was approximately 45 minutes interviewed by the researcher, and was presented either text excerpts or bridging explanations that were randomly assigned to different groups. Subjects were asked both pre and post-questions during the study. For the analysis of the data, Mann-Whitney U test was used for the pairwise comparisons. Analysis yielded significant results at the .01 and .05 level of significance, in favor of bridging analogies.

They tested it against control groups to see whether progress could be made about static forces, frictional force and Newton's third law for moving objects, where persistent misconceptions exist. Experimental groups' greater pre-post gains than control groups in a way show the effectiveness of this method.

All of the studies mentioned above in this section are clearly pointed out the positive contribution of using anchoring analogies and examples on students' misconceptions in physics.

2.5 Summary of Findings of the Reviewed Studies

1. Students frequently have preconceptions about physics concepts that they develop prior to instruction.
2. The preconceptions are resistant to change by traditional methods.
3. The most important factors that affect students' achievement in physics are students' preconceptions, mathematics ability, gender and cognitive development (Champagne, Klopfer, & Anderson, 1980).

4. Students who were instructed by bridging analogies achieved much larger gains than the students instructed by conventional lecturing.
5. When students hold misconceptions, not all examples are equally effective. Examples that make sense to students may be helpful.
6. Surveys conducted in classes by teachers indicated that most students comprehended the behavior of the anchoring example introduced at the beginning of the lessons correctly. However, many of them were not initially confident that it was analogous to target. That is, anchoring analogy was insufficient of its own to alter most students' responses to the target question. Explanatory models, demonstrations and subsequent bridging analogies were fruitful and important in producing the gain achieved.
7. 'In what situations is model construction via multiple analogies viable alternative' is not clear enough and needs further research.
8. Some of the studies reviewed destitute of internal validity. The most common threats are subjects' characteristics, testing and Hawthorne effect.

These summary results propose that there is a need for research to accomplish some goals. These are: 1) to develop and validate measurement tool to identify students' misconceptions in mechanics, 2) analyze the characteristics of these misconceptions (e.g.: Are they resistant to change? Are they gender dependent? Are they age and cognitive level dependent?), and 3) to test the effects of bridging analogies on students' misconceptions in mechanics while controlling threats to internal validity. This study basically aims to achieve these goals.

CHAPTER 3

METHODS

3.1 Population and Sample

The target population of the study consists of all high school students in Turkey. Since it is not feasible to select a representative sample from this population, it will be appropriate to define an accessible population. The accessible population is all high school students of both private and public high schools in the district Ankara. This is the population for which the results of this study will be generalized. Sex distribution of the population is 40% female and 60% male whereas ethnic breakdown is mostly Asian-Hispanic and very few other minorities.

The study sample chosen from the accessible population is a sample of convenience. Three physics teachers, their 7 classes, and 119 high school students were involved in this quasi-experimental study. As shown in Table 3.1, the sample of the study was composed of 30 private college students of 10th grade and 89 private science college students of 9th grade. Although students of these two schools were at different grade levels, they had same curriculum and same physics content at the time of treatment period. Number of students in each class varied between 17 and 20 individuals (see Table 3.1). Four classes were randomly assigned to the control group and instructed by Traditional Method. The other three classes were assigned to the experimental group and instructed by Bridging

Analogies. The ages of students range from 14 to 18. Characteristics of the students who took the pre-test and post-test are presented in Table 3.2. Most of the students had previously taken physics courses. Figure 3.1 partly and superficially indicates students' attitudes towards physics courses. There is no remarkable difference among the students in each group. This study was conducted during the fall semester of the 2000-2001 academic year.

Table 3.1 Number of Students in Each Class

Experimental Group		Control Group	
Class	Class size	Class	Class size
9A	19	9A*	18
9B	16	9B*	18
9C*	18	10A	18
		10B	12

Note: This table represents classes of two different schools. Classes marked with asterisk are from the same school.

Table 3.2 Characteristics of the Sample: Age and Gender

Age	Gender	
	Female	Male
14	0	1
15	7	3
16	49	38
17	13	7
18	1	0
All	70	49

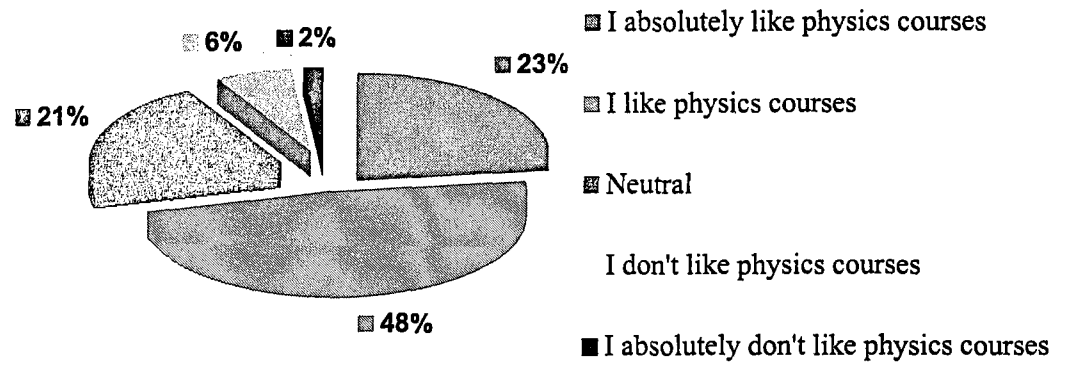


Figure 3.1. Students' Attitudes towards Physics Courses

3.2 Variables

The dependent variable (DV) of this study is post MMT scores. Gender, pre MMT scores, SPC-Grade, the method of instruction and age are independent variables (IV). Table 3.3 summarizes the characteristics of these variables.

Table 3.3 Identification of Variables

TYPE	NAME	NATURE	DATA
DV	post MMT score	continuous	interval
IV	pre MMT score	continuous	interval
IV	age	continuous	interval
IV	gender	discrete	nominal
IV	SPC-Grade	continuous	interval
IV	method of instruction	discrete	nominal

3.3 Instruments

There was one instrument in this study: a mechanics misconception test.

A Mechanics Misconception Test: The misconceptions will be used in the study were identified at the beginning and listed for content validation (see Table 3.4). All 25 misconceptions analyzed in the study were given below:

1. Solid objects do not exert forces.
2. When two bodies interact, the "stronger" body pushes with a greater force than the weaker body.
3. When two bodies push on each other, the harder one pushes with a greater force than the softer one.
4. When two stationary bodies interact, they do not exert forces to each other.
5. Friction does not act in a particular direction.
6. Only the body in motion exerts a frictional force.
7. The tension in a rope is the sum of the magnitudes of the forces acting on the two ends of the rope.
8. Strong ropes or springs pull with more force than weak or stretchable ropes (or springs).
9. Walls or posts that are rigid do not exert a force on a rope tied to them.
10. Two ropes can pull with unequal forces on each side of a static, frictionless object (rope).
11. Gravity is caused (or partly caused) by air pressure.
12. Gravity is caused (or partly caused) by the rotation of the Earth.

13. Only large objects cause gravity. Small objects do not exert a gravitational force (on either large or small objects).
14. Gravity is significantly different on different parts of the Earth.
15. A larger mass is much easier or harder to stop than to start under low or zero friction conditions.
16. A constant force causes a constant velocity.
17. A larger mass pulls more on a small mass more than a small mass pulls on a large mass.
18. Non-differentiation of mass and weight.
19. The tendency of an object to resist acceleration (inertia) is non-existent in space (since weight does not exist in deep space).
20. A larger mass is not harder to accelerate than a smaller mass in space and frictionless medium.
21. Astronauts are nearly weightless in orbit because the force of gravity is nearly zero at that altitude.
22. When two bodies collide, the body with the larger mass exerts the greater force.
23. Contact forces are not equal when one body accelerates another or when they have constant speed.
24. Objects can "have" force inside due to inertia (vs. forces present during interactions) or forces can be transformed from one object to another.
25. Momentum and Inertia are forces.

Many diagnostic questions have been developed and validated as a result of studies done to describe students' misconceptions in mechanics (Minstrell, 1982;

Halloun & Hestenes, 1985; Eryilmaz, 1992; Camp & Clement, 1994). I developed a test consisted of 29 questions. Three of these questions were demographic questions, while the rest 26 were multiple-choice items. A specialist in physics education and two high school physics teachers checked this test. The test was administered to 67 high school students in a nearby high school in the pilot study. I selected 19 questions based on the feedback from the pilot study. Most of the questions were directly taken or taken after slight changes from the previous diagnostic tests mentioned above.

It was really hard for me to find such an appropriate questions that specifically measures the misconceptions we examined in our study. Hence, we developed some new questions serving for that aim. A specialist in physics education checked the test again. After the comments of another specialist from physics department, and with the guidance of the specialist in physics education the researcher gave the MMT its final form. The comments and criticisms of both specialists were also very important for the face validity of the test. The new form had 28 questions; 3 demographic and 25 multiple-choice questions. The three demographic questions were removed, and the orders of the alternatives of some multiple questions even up to figures were changed in order to minimize guessing effects by the students in the post-test. Table 3.4 was prepared for content validity. Cronbach's alpha (α) reliability coefficient of the post-test was found .82. This value indicates relatively high reliability for a diagnostic test.

Table 3.4 on the next page presents the misconceptions, all alternatives and the MMT questions related to that misconception.

Table 3.4 Alternatives Representing Misconceptions

Misconception	pre MMT	post MMT
	Question	Question
1	6a, 8e, 9e, 16a, 22d	23a, e; 4d, 5a, 6a, 25a
2	12b, d	24b, c
3	16b, c	25b, c
4	6e, 16f	23f, 25f
5	4, 5	20, 21
6	20e, f	22a, b
7	24, 25 $F_a + F_b = 200$	9, 10 $F_a = 100$ $F_b = 100$
8	7a	11a
9	24 $F_a = 0$	9 $F_a = 0$
10	25 & 26 $F_a > F_b$	9 & 10 $F_a > F_b$
11	10a, b, c, e	16a, b, c, e
12	13a, b, c, d	17b, c, d, e
13	17c	18c
14	11a, b, c, e	19a, b, c, e
15	28a, b	1a, b
16	18a, d; 19a, b, e	2a, d; 3a, b, e
17	17a, e	18a, e
18	26c, e	12c, e
19	22a	13a
20	23c, d;	14c, d
21	27a, b	15a, b
22	21a, b	4a, b
23	8b, c, d; 9b, c, d	5b, c, e; 6b, c, e
24	14a, b; 15a, b, c	7a, b; 8a, b, e
25	14d, e; 15e, f	7c, d; 8c, d

Six concepts of mechanics were covered in this study. Misconceptions identified with MMT and which concepts they belong to were given in Table 3.5.

Table 3.5 Mechanics Concepts and Related Misconceptions

Concepts	Misconceptions
Normal Forces from Static Objects	1, 2, 3, 4
Frictional Forces	5, 6
Tension	7, 8, 9, 10
Gravity	11, 12, 13, 14, 17
Inertia	15, 16, 18, 19, 20, 21
Newton's Third Law	22, 23, 24, 25

3.4 Teaching/Learning Materials

Various materials were used in this study: A make sense scale, quiz and assignments, concept maps, unit plans, and demonstrations.

A make sense scale: Knowing something being told and knowing because you really believe it is totally different. In other way of saying, students may know the answer of a question and even may be confident about the answer, but it does not necessarily mean that they really believe it. For instance, when a person hit a flying insect on the air, a clever one may know and talk about the equality of action/reaction forces. But, necessarily a few of them understand that why it should be like that. So, to measure students' answers whether it does make sense to them a make sense scale is used in our study.

The scale is a likert type scale. The explanation of how to use the scale and an example of it is given on the back of the page distributed to students in experimental group to make the scale explicit and understandable. The scale sometimes used several times in one lesson. Students first being asked a question. According to answer, which is sometimes yes/no, bigger/equal/smaller, etc., students are expected to scale their answer according to how much sense their answer makes sense to them (see Appendix E).

Assignments and quizzes: After each lesson students were given assignments about the previous unit and pre-quizzes for the next unit. The aim in this method is to have them to think about to concept before coming to class. The questions in these assignments were similar to the ones discussed in the class, and most of them are non-quantitative questions (see Appendix D).

Concept Maps: Our method is constructed on conceptual learning. That is why conceptual linkage of analogies was important. Concept maps were used for this aim inhere. In fact, concept maps are the basis of our method, and observed to have great contribution to students' conceptual learning (see Appendix C).

Unit Plans: Normal forces from static objects, frictional forces, tension, gravity, inertia and Newton's third law are the concepts analyzed in this study. To remediate misconceptions about these concepts by using bridging analogies some teaching/learning materials were required. Instead of developing new materials the researcher used the book 'Preconceptions in Mechanics: Lessons dealing with students' conceptual difficulties' by Camp and Clement (1994). The materials in the book translated and adapted to Turkish. And with the help of these translated

materials, unit plans were prepared to facilitate the teaching process of these concepts. Objectives of the unit, preconceptions posing difficulties, time schedule, presentation order, materials to be used, learning difficulties, demonstrations to be made and even the questions to be asked were all included in these plans (see Appendix A). They are very useful for teaching process since presentation of the concept is more structured in that case. Moreover, they prevent both time consume and also forgetting to teach any planned subject. And they also enable us to easily control the application of every step of bridging analogies.

Demonstrations: Many demos and experiments were utilized in this study. All of them were taken from Camp and Clement (1994).

3.5 Procedure

The study started with a serious and a detailed examination of the literature. First, the keywords were determined (keywords: bridging analogies, misconceptions, mechanics, analogy, preconceptions, conceptual change; author: John Clement, David Brown). Next, the researcher searched Dissertation Abstracts International (DAI), Social Science Citation Index, Educational Resources Information Center (ERIC) and Internet. After a detailed literary review articles were obtained. Periodicals in METU library, library of Bilkent University and TUBİTAK Ulakbim enabled us to find out most of the articles we needed. However, we were bound to bring some of the articles and the thesis of Brown (1987) from abroad. To finance this burden the researcher consulted to AFP and decided to have a project about this study. But, this review of literature procedure

never called off. In case of new recent articles on this topic the researcher continuously checked and followed the literature.

Next, the researcher developed the measuring tool as mentioned in detail in section 3.3. Necessary documents from Camp and Clement (1994) were translated into Turkish. Two METU undergraduate students from the department of foreign language education helped us at this point. The measuring tool, teaching/learning materials, concept maps, quiz and assignments, demonstrations, examples and all other materials, our treatment and bridging analogies were tested in the pilot study held in the first months of the year 2000. 67 high school students of a nearby high school were used in the pilot study. All feedback and criticisms about pilot study were analyzed by the researcher and a specialist in physics education. Necessary changes and update in all teaching/learning materials and treatment were done before the final study. To determine sample size the researcher evaluated all possible opportunities and searched accessible nearby schools.

A quasi-experimental design is used in this final study because it was not possible to randomly assign subjects to both experimental and control groups. Teachers who participated in this study were trained before the beginning of fall semester, 2000-2001. They promised to standardize the administration procedures and application of treatments, and also allowed researcher to observe their classes.

The teachers administered the mechanics misconception test to both groups as a pre-test during the fourth week of the fall 2000-2001 semester. One class hour was given to students to complete the test. The time was adequate for the test, but only one class out of six classes asked for an extra 10 minutes. In order to have

students relaxed and comforted the researcher and the teachers read directions and made necessary explanations to them. The treatment period started one week after the pre-test. The students in the control group were instructed by traditional method while experimental groups lectured via using Bridging Analogies. In treatment period all materials discussed in section 3.4 and every steps of Bridging Analogies discussed in section 2.4.1 were applied. The treatment procedure of teaching with BA was explained widely in unit plans (see Appendix A). After three weeks of treatment period, the MMT was administered as a post-test to both control and experimental groups.

Finally, all data were entered to the computer. The variables were formed. The statistical analyses were done by using SPSS and the process of writing the thesis started.

3.6 Analyses of Data

All hypotheses were tested by ANCOVA in detecting significant main effects. In Table 3.6 statistical model of the study was given. For each group, control and experimental, the descriptive statistics used were histograms, mean, median, mode, skewness, kurtosis and the standard deviation. There were six pre MMT scores, eight SPC-Grade and six age data missing in the study. Therefore, missing data analysis technique was used. If the missing data was below 5% of the variable it was directly replaced by mean otherwise tested for significance (Cohen & Cohen, 1983). SPC-Grade, age and pre MMT scores were used as covariates.

Table 3.6 Variable-Set Composition and Statistical Model Entry Order

Variable Set	Entry Order	Variable Name
A (covariates)	1st	X1=SPC-Grade
		X2=pre MMT
		X3=Age
B (group membership)	2nd	X4=Gender
		X5=Method of Instruction
		X6=Interaction (X4*X5)
A*B (covariates*group interactions)	3rd	X7=X1*X4
		X8=X2*X4
		X9=X3*X4
		X10=X1*X5
		X11=X2*X5
		X12=X3*X5

All statistical computations were done by using the statistical package program for social sciences (SPSS). The significance level was set to the .05, because it is mostly used value in educational studies. In other words, the probability of rejecting the true null hypothesis (probability of making Type 1-error) was set to .05 as a priori to our hypothesis testing. Difference between the means of two groups divided by the standard deviation of the comparison group, was used to calculate effect size. Effect size of this study was set to large (0.8) since Clement (1993) found a significant difference with a sample of 205 students.

Number of variables in this study was six and 119 high school students were used in the study. Hence, power was calculated as 0.98. Therefore, the probability of failing to reject a false null hypothesis (probability of making Type 2-error) was found .02 (i.e., $1 - .98$).

3.7 Assumptions

The assumptions and the limitations of this study considered by the researcher are given below.

1. The subjects of the study answered the items of the tests sincerely.
2. The teachers followed our instructions, and were not biased during the treatment.
3. The administration of the MMT was under standard conditions.
4. Students from EG and CG did not interact and shared questions of MMT before or during the administration of the tests.

CHAPTER 4

RESULTS

This chapter is divided into four sections. Descriptive statistics associated with the data collected from the administration of the mechanics misconception pre-test and post-test are presented in the first section. The second section of this chapter presents the inferential statistical data produced from testing three null hypotheses. The third section presents the comparison of students' misconceptions based on the data collected by using the MMT. The last section summarizes the findings of the study.

4.1 Descriptive Statistics

Descriptive statistics about students' pre-test and post-test scores categorized as students' gender and age are presented in Table 4.1. Mechanics misconception test scores could range from zero to 25, with higher scores meaning fewer misconceptions about mechanics concepts. As Table 4.1 indicated, all of the groups had a mean increase ranging from 0.39 to seven points (on the 25-point scale) from pre-test to post-test, with the exception of 14-year-old male ($n=1$) and 18-year-old female ($n=1$). By considering the difference between the means of students' pre and post MMT scores, 15-year old male students had the most gain mean differences.

Table 4.1 Mechanics Misconception Test Score Means and Standard Deviations
According to Students' Gender and Age

Age	Gender	n	Pre-test		Post-test	
			Mean	SD	Mean	SD
14	M	1	18.00	NA	17.00	NA
15	M	3	10.00	1.00	17.00	1.73
	F	7	11.29	2.36	17.86	2.55
16	M	40	11.38	3.54	15.10	3.76
	F	48	8.63	3.31	11.85	5.33
17	M	6	13.17	4.54	14.00	3.03
	F	13	7.92	2.53	8.31	3.35
18	F	1	7.00	NA	7.00	NA

Note: NA= not applicable; F= female; M= male

Table 4.2 presents basic descriptive statistics about both control group and experimental group. Experimental group showed a mean increase of 7.7 points from pre-test to post-test of MMT scores while control group had a slight decrease of 0.32 points. Mode was nine in pre-test and 17 in the post-test for experimental group whereas it was same (mode=10) for control group after both pre and post-tests. In experimental group the value for skewness changed sign (0.62 to -0.47), but it could be accepted as normal.

Table 4.2 Basic Descriptive Statistics Related to the Data of the Study

	Experimental Group		Control Group	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
N	53	53	66	66
Mean	9.43	17.13	10.35	10.03
Median	9	17	10	10
Mode	9	17	6	7
Standard Deviation	3.25	2.55	3.96	4.02
Skewness	0.62	-0.47	0.11	0.05
Kurtosis	0.8	-0.36	-0.92	-0.99
Range	15	10	15	14
Minimum	3	11	3	3
Maximum	18	21	18	17

Distributions of students' MMT scores were given in Figure 4.1 and Figure 4.2. When compared, the gain in mean for experimental group is obvious. As seen from Figure 4.2, the distribution and mean difference between students' scores in both tests stayed almost same for control group.

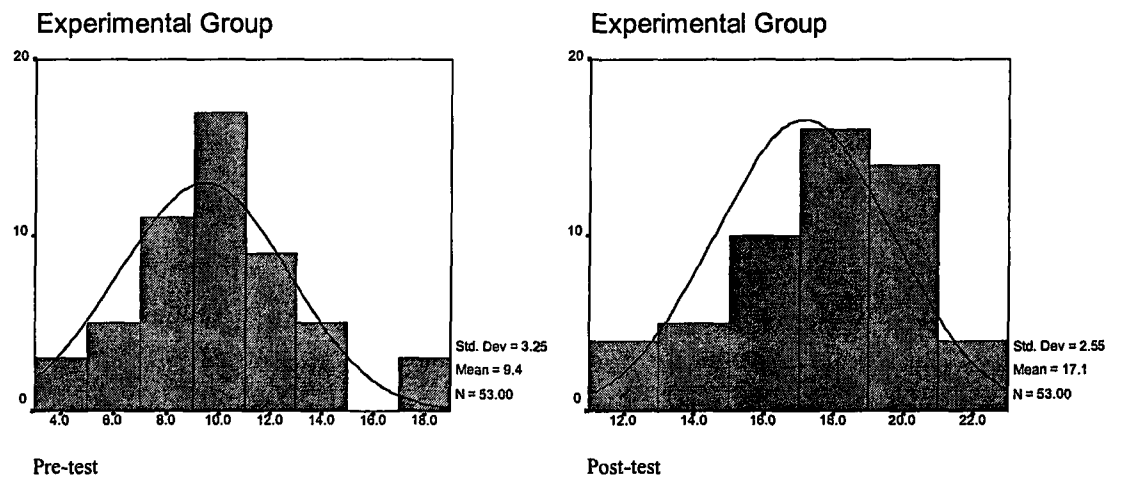


Figure 4.1. Histograms of Experimental Group in Both Tests

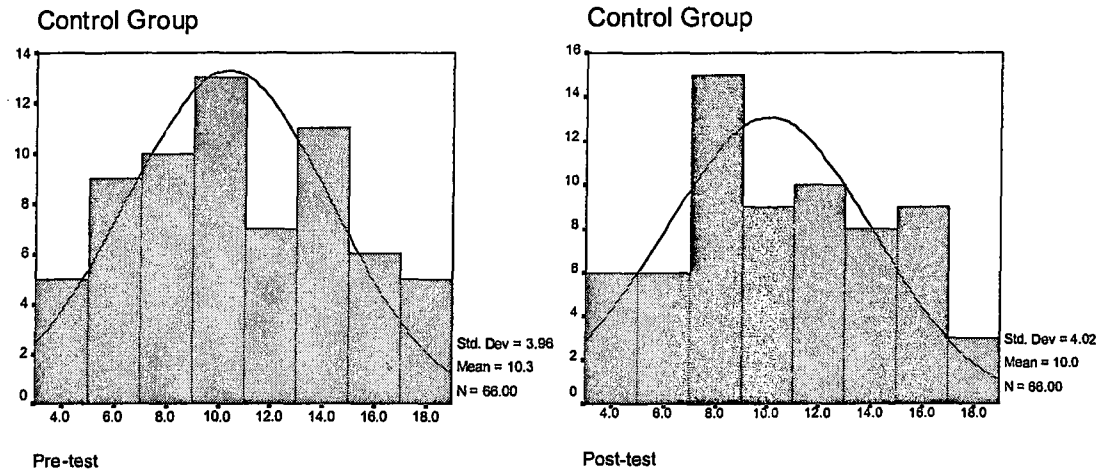


Figure 4.2. Histograms of Control Group in Both Tests

4.2 Inferential Statistics

This section firstly deals with the missing data. Then presents independent variables and the determination of the covariates section. Next, section related to the assumptions of ANCOVA is given. Later, the researcher mentions about the statistical model of ANCOVA and the analyses of the hypotheses.

4.2.1 Missing Data Analysis

Initial data were gathered for 122 high school students. 119 high school students were given post-test after a three-week treatment period. But, nine students who had been pre-tested were absent on the day of the post-test. These nine students, not completing the post-test, were excluded from the statistical analysis of the study.

Six (5.4%) of 119 students post-tested did not complete the mechanics misconception pre-test. All missing data of variables were given in Table 4.3. They

were tested for significance by using SPSS statistical package program because missing data in each variable constituted such a range in between (5%-18%) of the whole variables. None of the missing data was found statistically significant according to the p values obtained. So, missing values were replaced with the mean of the series.

Table 4.3 Missing Data versus Variables

Resultant Variable	Missing Values Replaced	Valid Cases	Creating Function
Age	6	119	SMEAN (Age)
Attitude	6	119	SMEAN (Attitude)
Pre MMT	6	119	SMEAN (Pre MMT)
SPC-Grade	8	119	SMEAN (SPC-Grade)

4.2.2 Determination of the Covariates

Four independent variables (SPC-Grade, age, pre MMT and attitudes towards physics) were pre-determined as potential confounding factors of the study. To statistically equalize the differences among CG's and EG's, these variables were included in Set A as covariates. All pre-determined independent variables in Set A have been correlated with post MMT scores (dependent variable). Table 4.4 presents the results of these correlations and their level of significance. All independent variables in Set A have significant correlation with the dependent variable except students' attitudes towards physics as seen from the table. Hence, this variable was excluded from Set A. The remaining statistically significant

independent variables (age, SPC-Grade, pre MMT) were left in Set A as covariates for the following inferential analyses.

Table 4.4 Significance Test of Correlation between Dependent Variable and Covariates

Variables	Misconception Scores
Pre MMT	0.327**
SPC-Grade	0.332**
Attitude	0.098
Age	-0.385**

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

4.2.3 Assumptions of ANCOVA

Analysis of covariance (ANCOVA) has three assumptions: homogeneity of regression, normality and equality of variances. The slope of the regression of a dependent variable on covariates (Set A) must be constant over different values of group membership (Set B) is actually what the assumption of homogeneity of regression means. Table 4.5 indicates the results. As seen from the table, Set A and Set B resulted in statistically significant F change whereas Set A*B did not result in significant ($F(6, 106)=0.297, p > .05$). In other words, the assumption is viable. Thus, the interaction set (Set A*B) could be dropped from further inferential statistical analyses.

Table 4.5 Analysis of the Regression Assumption in the ANCOVA Model

IV Set Added	R ² change	F change	df1	df2	Sig. F Change
Set A	0.237	11.887	3	115	0.000
Set B	0.510	75.141	3	112	0.000
Set A*B	0.016	1.230	6	106	0.297

For normality assumption we resorted to skewness and kurtosis values given in descriptive statistics section. The measured value for skewness (-0.47) and kurtosis (-0.36) were in acceptable range for approximately normal distribution. Therefore, there is no problem with the assumption of normality.

Levene's Test of Equality was used for determination of the equality of variance assumption. Results were given in Table 4.6. As the table made explicit, the error variances of the dependent variable across groups were equal ($F(1, 117)=0.061, p= .805$). This means that we fail to reject the null hypothesis of 'equality of error variances'. In other words, the variances across groups are equal.

Table 4.6 Levene's Test of Equality of Error Variances

Dependent Variable: post MMT scores

F	df1	df2	Sig.
.061	1	117	.805

4.2.4 ANCOVA Model

Model of the study was tested for the assumption of 'Homogeneity of regression' as mentioned in the previous related section. Dependent variable of the study is post MMT scores. Pre MMT scores, SPC-Grade and age are the covariates of the study. Table 4.7 presents the results of analysis of variance (ANCOVA). Method of instruction explains 57.2% variance of the model. The model used (corrected model) explains 74.7% of the variances of the dependent variable.

Table 4.7 ANCOVA: Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: post MMT scores

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Eta Squared
Corrected model	2174.798	6	362.466	55.930	.000	.747
Intercept	24.598	1	24.598	3.795	.054	.031
Age	2.410	1	2.410	.372	.543	.004
Pre MMT	177.207	1	177.207	27.344	.000	.190
SPC-Grade	3.255	1	3.255	.502	.480	.004
Gender	108.698	1	108.864	16.772	.000	.165
Method of instruction	1172.411	1	1172.411	180.907	.000	.572
Interaction	65.219	1	65.219	10.064	.002	.078
Error	725.841	112	6.481			
Total	24900.000	119				
Corrected total	2900.639	118				

4.2.5 Null Hypothesis 1

In the first hypothesis, the statement was 'There is no significant difference between the population means of students instructed by BA and the students instructed by TM when age, SPC-Grade and pre MMT scores are controlled'.

As seen from Table 4.7, the first null hypothesis was rejected ($F(1, 112)=180.907, p= .000$). That is; BA was generally effective in improving conceptual understanding or remediating students' misconceptions in mechanics concepts. In other words, the gain scores of students in mechanics misconception test instructed by BA was generally higher than those students instructed by TM.

4.2.6 Null Hypothesis 2

In the second hypothesis, the statement was 'There is no significant difference between the population means of male and female students' misconception scores when age, SPC-Grade and pre MMT scores are controlled'.

As seen from Table 4.7, the second null hypothesis was rejected ($F(1, 112)=16.772, p= .000$). That is; male students had higher scores than female students did in mechanics misconception test. In other words, male students generally had significantly fewer misconceptions than female students did.

4.2.7 Null Hypothesis 3

In the third hypothesis, the statement was ‘There is no significant interaction effect of gender and the method on population means of students’ misconception scores when age, SPC-Grade and pre MMT scores are controlled’.

As seen from Table 4.7, the second null hypothesis was rejected ($F(1, 112)=10.064, p=.002$). That is; there is an interaction effect of gender and the method on students’ MMT scores. In other words, the effect of the treatment on students’ post MMT scores depends on students’ gender. The Figure 4.3 indicates CG female, EG female, CG male and EG male students’ mean scores. The difference between CG female and EG female students’ means are higher than CG male and EG male students’ means.

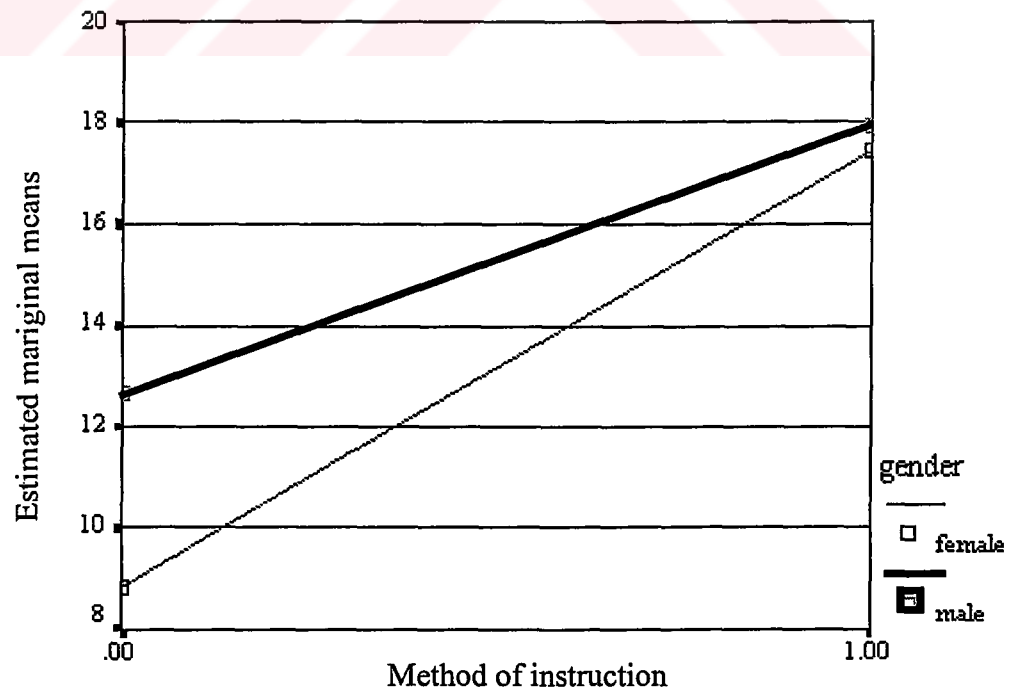
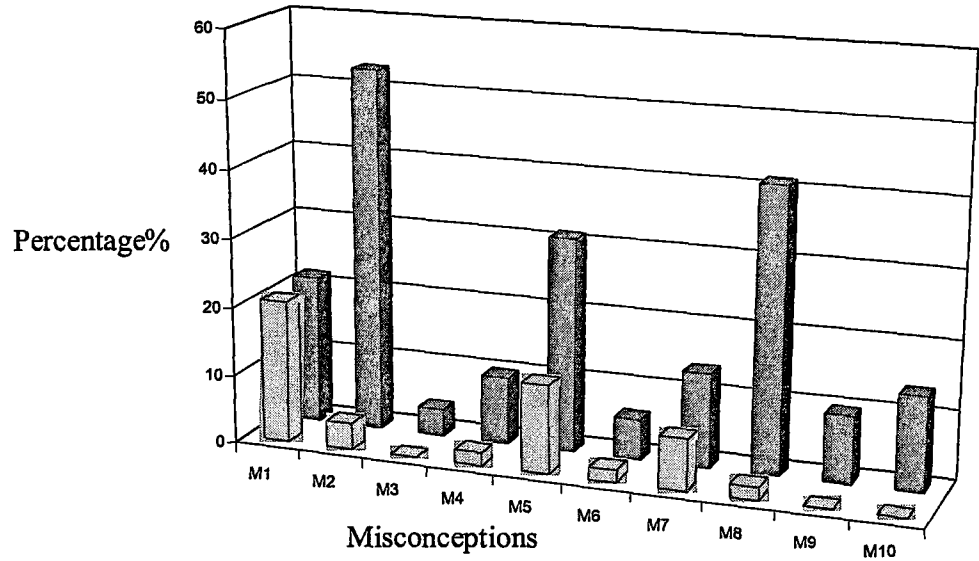


Figure 4.3. Profile Plots of Gender versus Methods of Instruction

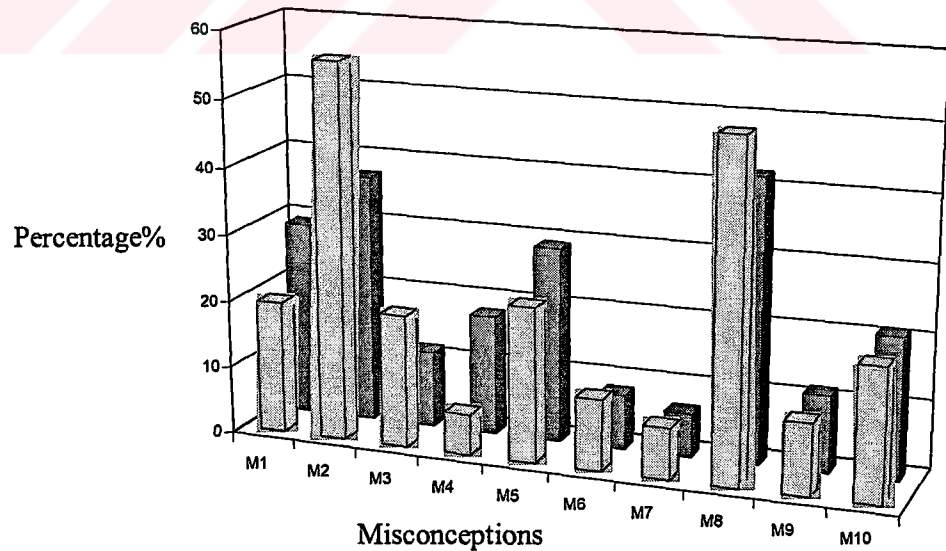
4.3 Comparison of Students' Misconceptions

Mechanics misconception test was developed in such a way that it identifies the misconceptions about concepts of mechanics (Normal forces from static objects, frictional forces, tension, gravity, inertia and Newton's third law) as mentioned before in section 3.6. Types of misconceptions studied in this study and their descriptions were given in Chapter 3. Most of the misconceptions noted were observed from the students during the treatment period. To make it more clear all 25 misconceptions were figured in two parts. Figure 4.4 and 4.5 comprises first part while Figure 4.6 and 4.7 constitutes the second. Figure 4.4 and Figure 4.5 present the percentages of students who have misconceptions about normal forces from static objects, frictional forces and tension. Look back and see 'instruments' section of Chapter 3 to understand and cope with coming figures. As seen from Figure 4.4, all misconceptions about the concepts mentioned above decreased in some degree. For instance, let's take misconception two (M2), which is 'When two bodies interact, the 'stronger' body pushes with a greater force than the weaker body', the percentage of students harboring this misconception decreased from 53% to 4%. In all areas of the figure (all 10 misconceptions) there existed a decrease in misconceptions for experimental group. However, as figured out in Figure 4.5, there were no decrease in percentage of control group for the misconceptions M2, M3, M6, M7, M8 and M9. In experimental group, some misconceptions (M3, M9, and M10) were totally removed (0% after post-test).



	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Post	21	4	0	2	13	2	8	2	0	0
Pre	22	53	4	10	31	6	14	41	10	14

Figure 4.4. Experimental Group Students' Misconceptions Related to Normal Forces, Frictional forces, and Tension



	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Post	20	56	20	6	23	11	8	50	11	20
Pre	29	37	11	18	29	8	6	42	11	21

Figure 4.5. Control Group Students' Misconceptions Related to Normal Forces, Frictional Forces, and Tension

The percentages of students' misconceptions according to misconceptions about the concepts of gravity, inertia and Newton's third law were given in Figure 4.6 and Figure 4.7 for experimental group and control group, respectively. When compared some misconceptions (M12, M14, M15, M16, M19, M22, M25) were increased in percentage across control group on the post-test. However, there were no increases in percentage of experimental group students' misconceptions except the misconception 25 (M25). In fact, regard to all 25 misconceptions the only problematic misconception for EG was this misconception. The students held this misconception increased from 53% to 57% even after treatment. The reason could be the characteristic of this misconception, lack of emphasis and destitute of related explanatory concrete examples. Even though this undesired increase in percentage of EG, students having M25 was smaller than the increase of control group. Misconception 13 (M13) was also totally remedied (0%) from EG after post-test. To summarize, it is obvious from Figures 4.4, 4.5, 4.6 and 4.7 that the decrease of misconceptions in experimental group lectured by BA are better than the control group instructed by TM. These results in a way are the verification of the effectiveness of Bridging Analogies respect to Traditional Method.

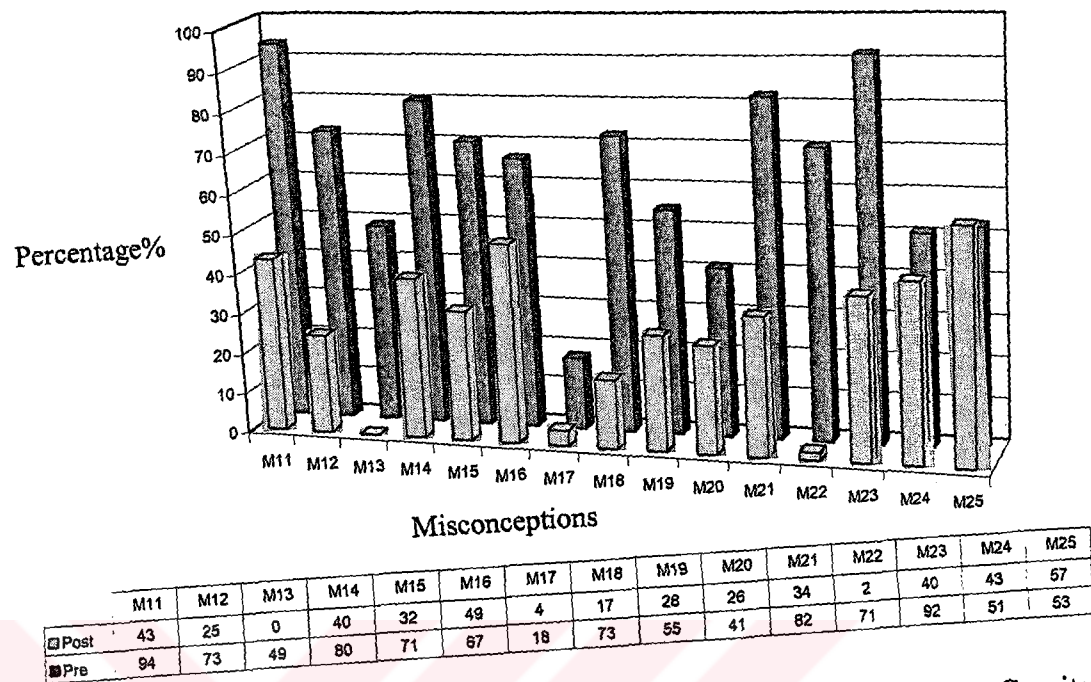


Figure 4.6. Experimental Group Students' Misconceptions Related to Gravity, Inertia and Newton's Third Law

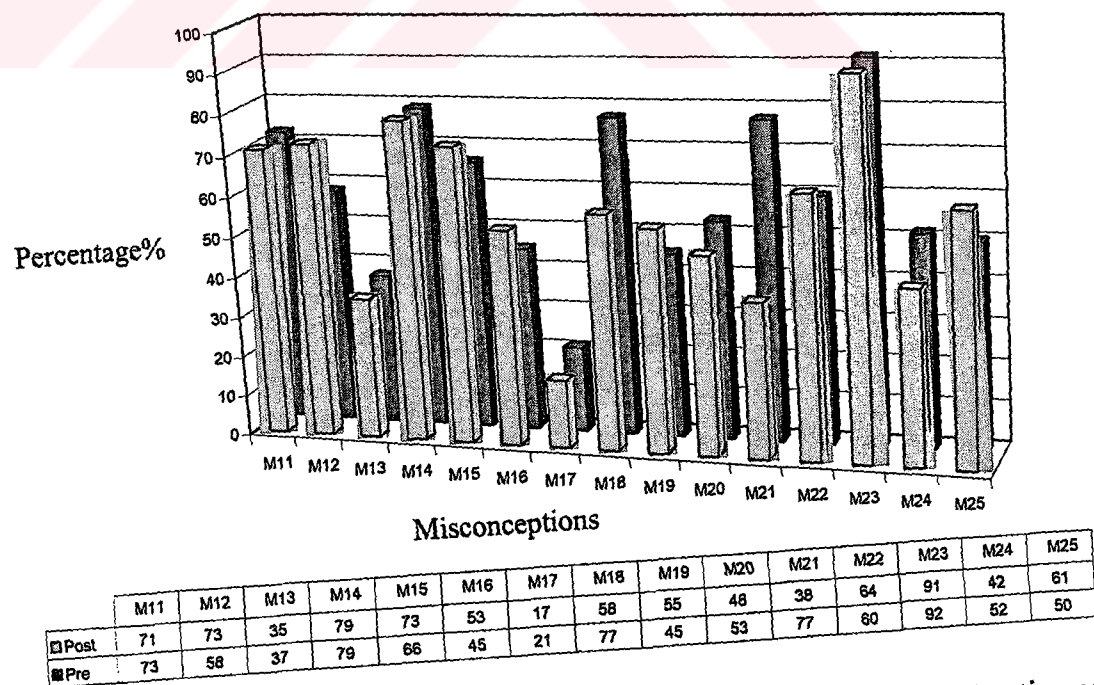


Figure 4.7. Control Group Students' Misconceptions Related to Gravity, Inertia and Newton's Third Law

4.4 Summary of Results

Considering the nature of mechanics misconception test given in the Appendix B, the average scores on the test appear to be low. In fact, we were not surprised by the high school students' pre-test scores indicated in Table 4.2.

The statistical analyses showed that there were significant correlations between students' misconceptions and the independent variables: pre MMT, SPC-Grade and age. However there were not significant correlation between students' MMT scores and their attitudes towards physics. Moreover, the results of the ANCOVA model showed that gender and methods of instruction had a significant effect on students' MMT scores.

In the light of the findings, obtained by the statistical analyses, results could be summarized as follows:

1. Most of the students had misconceptions about the concepts of mechanics.
2. There was a positive significant correlation between students' pre MMT scores and their misconceptions.
3. There was a negative significant correlation between students' post MMT scores and age. In other words, older students had more misconceptions than younger did.
4. Contrary to expectations, students' attitudes toward physics did not have a significant effect on students' post MMT scores.
5. Students instructed by traditional method had approximately same means from pre and post MMT whereas the mean differences between the pre and

post MMT scores of students' instructed by bridging analogies were drastically changed.

6. Students' instructed by BA had fewer misconceptions than the students' instructed by TM.
7. Students' misconceptions about mechanics concepts seem to be sensitive to gender differences. Male students had less misconceptions respect to female students.
8. The effects of Bridging Analogies on the students' misconceptions in mechanics depended on their gender.
9. Students had more misconceptions about the concepts of gravity, inertia and Newton's third law than the other concepts assessed in this study.

CHAPTER 5

CONCLUSIONS, DISCUSSIONS AND IMPLICATIONS

This chapter is divided into six sections. Conclusions are given in the first section. The second section presents the discussion of the results. The third section of this chapter presents implications and the importance of the study. Internal validity and possible threats to the study is given in the fourth section. Next, external validity is presented. Finally, the last section presents recommendations for further research studies.

5.1 Conclusions

As previously mentioned the sample of the study chosen from the accessible population was a sample of convenience. Hence, the generalizability of this research was somewhat limited, but the conclusions offered here can be applied to a broader population of similar high school students. Here are the conclusions:

1. A gender difference was observed in the misconceptions. Male students had fewer misconceptions than female students did in mechanics.
2. For students instructed by bridging analogies, the method used was an effective means of reducing the number of misconceptions students held in mechanics.
3. Students instructed by bridging analogies were observed to have more sense in their answers. In other way of saying, students instructed by BA were more confident in their answers they selected in MMT.

4. After a short discussion most of the students correctly comprehended the anchoring analogies introduced at the beginning of the lessons. But many of them were not confident that it was analogous to the target, and the anchoring analogy was insufficient on its own to alter most students' responses to the target question. Explanatory models, demonstrations and consecutive bridging analogies were important stimulant to the effectiveness of the method used in the study.

5.2 Discussion of Results

In comparing the results of this research with those of the previous studies, this research supports most of the findings of previous studies that most students have misconceptions in mechanics. Moreover, the percentages of students' misconceptions are relatively comparable with the results of previous studies (Brown, 1989; Clement 1993). From the articles reviewed the most appropriate and similar design to our one is the study of Clement (1993). Clement performed a study by using high school students who were taking first year physics course. There were 150 students in experimental group and 55 students in control group. Experimental-group teachers participated in a one-week workshop. Experimental lessons including three concepts (static normal forces, friction, and Newton's third law) were tested for one year and revised on the basis of classroom observations. A 15-question test designed to detect common alternative conceptions was used as both pre-test and post-test. Identical pre-test and post-tests were given about 6

months apart. Data were analyzed by comparing the gain scores, and found significant at the level of .0001.

Clement did not mention about ES in his work. The researcher calculated it as 1.33. In comparison with that the effect size of our study was calculated as 1.74. This means that our study has also practical significance. Power of the study was found .98. The measuring tool used in our study consisted of 25 questions were given two times as pre and post after three weeks treatment period. Experimental lessons of our study including six concepts (static normal forces, friction, tension, gravity, inertia and Newton's third law) were tested in the pilot study. Data were analyzed by using ANCOVA not by t-test as Clement did in his work.

It is expected that students' attitudes towards physics were highly correlated with their post MMT scores. However the statistical analyses done for this study made explicit the opposite. The problem could be the procedure used to determine this variable. The researcher measured this variable with one demographic question. So, the results concluded from this variable were not highly reliable.

Students instructed by BA had fewer misconceptions than students instructed by TM. The researcher could not find such a related study conducted in Turkey to support this outcome. However, the results were similar to the related literature in abroad (Clement, 1993). Male students had fewer misconceptions than female students did. This gender effect result was similar to the findings of the related literature (Clement, 1993; Eryılmaz, 1992). Another result was that the effect of BA on the students' misconceptions in mechanics depended on their gender. The researcher could not find any related study to compare with in the literature.

Another criticism to the study is that experimental groups spent more time on the mechanics concepts than control groups. However, other studies (Minstrell, 1982) have shown that instructional time alone has a discouragingly small effect on students' misconceptions in mechanics. Our design was similar to the one that Clement used. And this issue did not make a problem in his work, so the researcher assumed the same for this study.

5.3 Implications

According to the findings of this study and previous studies done in abroad on the same topic, following suggestions are offered.

1. Each student has had many personal experiences with physical world. These preconceptions or in another way of saying a system of beliefs about physical phenomena that each student possesses before entering a first course in physics do not take into consideration most of time by the teacher. Every physics teacher should be aware of students' intuitions before a formal physics instruction. Being aware of students' preconceptions and even remediating them are not sufficient to prevent subsequent misconceptions. For instance, it is possible that a more complex conception may take place instead of the previously eliminated one. Hence, students' preconceptions should be taken into account.
2. Empirical studies are needed to find good, new and effective anchors (Clement, 1993) in mechanics or in other concepts of physics. These pre-existed anchors taken from Camp and Clement (1994) were tested in this study. The results showed the effectiveness of BA even on Turkish students.

3. Anchors in any other branches of science (mathematics, chemistry, and biology) should be searched. And BA might also be applied to these areas.
4. Students instructed by BA are willingly participated in the class discussions. They were observed to have more pleasure. The discussion of the concepts and the steps of the method used might increase students' self esteem and social relations in the BA classes.
5. Most of the time, target analogies and examples are discussed in the majority of the textbooks. It will be better to mention the anchor, bridging cases and the target all together to make the concepts more clear and understandable.

5.4 Internal Validity of the Study

There are various possible threats that most of the studies suffer. The internal validity of the study refers to the degree to which extraneous variables may influence the results of research. Possible threats to internal validity and the methods used to cope with them were discussed in this section.

In this study not the individuals but the groups were randomly assigned, therefore many subject characteristics (previous mechanics knowledge, age, attitude, gender and SPC-Grade) might affect students' MMT scores. They could be regarded as potential extraneous variables to the study. As shown in Table 3.3, most of the variables were included in the covariate set to statistically match subjects on these factors. Prior mechanics knowledge, age and SPC-Grade were directly measured and were also included in the covariate set. Some other factors were presumed to be effective on internal validity such as students' cognitive

development and mathematical skills. Students' ages were also included as a mean of measure of students' level of cognitive development at this point. The amount of high school mathematics and science studies that the students had assumed to be equal among the classes. Unfortunately all classes were from 9th and 10th grade level. But, nevertheless their effects on each class were assumed to be equal.

Maturation could not be a threat to the study since students' ages were included as a covariate in the analysis. A Hawthorne effect and data collector characteristics should not be a threat to the study. Teachers of all classes were made aware of this point and trained by the researcher to ensure standard procedures under which the data were collected. Being expose to a pre-test might affect students' performance on the post-test. However, it is assumed that pre-test would affect both groups equally. The experiment duration (four weeks) hampered the pre-test effect on the post-test in this study. Furthermore, changing both the order of questions, order of some choices, figures of questions, and even the notations and abbreviations used in the questions, testing threat was intended to be eliminated. Situations for both groups were tried to be made similar, and the tests were administered to all groups at the same time in order to alleviate location threat. I did not recognize any distinguishable differences in locations that might affect students' responses in different schools.

Mortality is perhaps the most difficult of all threats to internal validity to control. This study was also came across with this issue though it was tried not to lose any subject. Missing data analysis was done as mentioned in the previous chapter. The variables that have missing subjects were analyzed for significance by

using SPSS. It was not significant. So, the absent data were changed with the means of series.

Finally, confidentiality was not a problem in this study since characteristics and names of students were not used in any form. Their names were taken for the sake of statistical analysis, and the researcher only knows them.

5.5 External Validity

Subjects of the study were not randomly selected from the accessible population. They were the students of three physics teachers from two high schools. Sample of the study constituted of 119 individuals. Generalization of this study's findings is limited due to use of a nonrandom sample convenience. But, generalizations to similar populations of high school students might be accepted. So the results and conclusions found in the study can be applied to a broader target population.

Treatments and all testing procedure took place in ordinary classrooms during regular class time. There were possibly no remarkable differences among the environmental conditions created by the researcher. Therefore, the researcher believes that all issues related to ecological validity were adequately controlled by the settings used in this study.

5.6 Recommendations for Further Research

This study has enlightened a variety of useful issues for future studies. These are briefly as follows:

1. This study was about high school students in Ankara. Not only cultural differences but also background of students affect their preconceptions that are consequences of daily life experiences. Future research could investigate the effectiveness of bridging analogies on students' misconceptions by using such groups that are different in terms of cultural backgrounds and socioeconomic status.
2. Future research could examine the effectiveness of bridging analogies emphasizing on anchors for a longer time that is integrated in the flow of normal physics course.
3. Future research could perform a replication of the current study using different physics topics and different science subjects.
4. Sample size of a further research can be increased to obtain more accurate results.
5. For different grade levels, students' misconceptions can be investigated and detected using similar design of this study.
6. Future research could be not only interested in the effects of bridging analogies on students' misconceptions but also its effect on students' achievement in mechanics.
7. Future research could seek for new anchoring analogies that makes sense to students in other concepts of physics.

REFERENCES

- Asoko, H.M., Driver, R.H., & Scott, P.H., (1991). Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies. *Proceedings of an international workshop*, IPN 131, ISBN 3-89088-062-2.
- Baybee, R.W., & Sund, R.B., (1981). Becoming a secondary school science teacher. (3rd ed.). *Bell & Howel Company*, Ohio.
- Beeth, M.E., (1998). Teaching for conceptual change: Using status as a metacognitive tool. *Science Education*, 82(3), 343-356.
- Brown, D.E., (1987). Using analogies and examples to help students overcome misconceptions in physics: A comparison of two teaching strategies. *Dissertation Abstracts International*, 49-03, 473A.
- Brown, D.E., (1989). Students' concept of force: The importance of understanding Newton's third law. *Physics Education*, 24, 353-358.
- Brown, D.E., (1992). Using examples and analogies to remediate misconceptions in physics: Factors influencing conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 17-34.
- Brown, D.E., & Clement, J., (1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, 18, 237-261.
- Bueche, F.J., (1988). Principles of physics. (5th ed.). *Mc.Graw-Hill Inc.*, Singapore.
- Camp, C.W., & Clement, J., (1994). Preconceptions in mechanics: Lessons dealing with students' conceptual difficulties. *Kendall/Hunt Publishing Company*, Iowa, USA.
- Champagne, A.B., Klopfer, L.E., & Anderson, J.H., (1980). Factors affecting the learning of classical mechanics. *American Journal of Physics*, 48(12), 1074-1079.
- Clement, J., (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50(1), 66-71.

- Clement, J., (1987). Generation of spontaneous analogies by students solving science problems. In D. Topping, D. Crowell, & V.Kobayashi (Eds.)(1989). Thinking across cultures. *The third international conference*. Hillsdale, N.J: Lawrence Erlbaum Associate, Massachusetts, USA.
- Clement, J., (1993). Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students' preconceptions in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 1241-1257.
- Clement, J., Brown, D.E., & Zietsman, A., (1989). Not all preconceptions are misconceptions: Finding 'anchoring conceptions' for grounding instruction on students' intuitions. *International Journal of Science Education*, 11, 554-565.
- Cohen, J., & Cohen. P. (1983). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences*. (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Çataloğlu, E., (1996). Promoting teachers' awareness of students' misconceptions in introductory mechanics. *Unpublished Master Thesis*, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Dykstra, J.R., & Dewey, I., (1992). Studying conceptual change in learning physics. *Science Education*, 76(6), 615-652.
- Driver, R., (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11, 481-490.
- Driver, R., & Easley, J., (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 63, 61-84.
- Duit, R., (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Eryılmaz, A., (1992). Students' preconceptions in introductory mechanics. *Unpublished Master Thesis*, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Eryılmaz, A., (1996). The effects of conceptual assignments, conceptual change discussions and a CAI program emphasizing cognitive conflict on students' achievement and misconceptions in physics. *Dissertation Abstracts International*, 57-04A, 1546.
- Gee, B., (1978). Models as a pedagogical tool: Can we learn from Maxwell? *Physics Education*, 13, 90-98.

- Gilbert, J.K., Watts, D.M., & Osborne, R.J., (1982). Students' conceptions of ideas in mechanics. *Physics Education*, 17, 62-66.
- Griffith, W.T., (1985). Factors affecting performance in introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 53(9), 839-842.
- Gunstone, R.F., (1987). Student understanding in mechanics: A large population survey. *American Journal of Physics*, 55(8), 691-695.
- Gunstone, R.F., & White, R.T., (1989). Metalearning and conceptual change. *International Journal of Science Education*, 11, 577-586.
- Halloun, I.A., & Hestenes, D., (1985a). The initial knowledge state of college physics students. *American Journal of Physics*, 53(11), 1043-1048.
- Halloun, I.A., & Hestenes, D., (1985b). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53(11), 1056-1065.
- Helm, H., (1980). Misconceptions in physics amongst South African students. *Physics Education*, 15, 92-105.
- Hewson, P.W., & Thorley, R., (1989). The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, 11, 541-553.
- Holyoak, K.J., (1985). The pragmatics of analogical transfer, in G.H.Bower ed. *The Psychology of Learning and Motivation*, vol. 19(pp. 59-87). Academic Press, New York.
- Klaassen, C.W.J.M., & Lijnse, P.L., (1996). Interpreting students' and teachers' discourse in science classes: An underestimated problem? *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 115-134.
- Lawson, R.A., & McDermott, L.C., (1987). Student understanding of work-energy and impulse-momentum theories. *American Journal of Physics*, 55(9), 811-817.
- Mason, L., (1994). Cognitive and metacognitive aspects in conceptual change by analogy. *Instructional Science*, 22, 157-187.
- Minstrell, J., (1982). Explaining the "at rest" condition of an object. *The Physics Teacher*, 20(1), 10-14.
- Novak, J., (1977). *A theory of education*, Cornell University Press, Ithaca.

- Pines, A.L., & West, L.H.T., (1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within a sources-of-knowledge framework. *Science Education*, 70(5), 583-604.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A., (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Reif, F., (1981). Teaching problem solving: A scientific approach. *The Physics Teacher*, 19, 310-316.
- Redish, E.F., (1994). The implications of cognitive studies for teaching physics. *American Journal of Physics*, 62(6), 796-803.
- Sutton, C.R., (1980). The learner's prior knowledge: A critical review of techniques for probing its organization. *European Journal of Science Education*, 2, 107-120.
- Suzuki, H., (1994). The centrality of analogy in knowledge acquisition in instructional contexts. *Human Development*, 37, 207-219.
- Van Hise, Y.A., (1988). Student misconceptions in mechanics: An international problem. *The Physics Teacher*, 26, 498-502.
- Wong, E.D., (1993). Self-generated analogies as a tool for constructing and evaluating explanations of scientific phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 367-380.

APPENDIX A

UNIT PLANS

ÜNİTE 1

-Birinci Gün-

KONU: YÜZEYE DİK KUVVETLER

KAVRAM YANILGILARI:

1. Katı nesnelere kuvvet uygulamazlar.
2. İki nesne birbirleri ile ilişki kurduklarında, “güçlü” olan “zayıf” olandan daha büyük bir kuvvetle iter.
3. İki nesne birbirlerini ittiklerinde, daha büyük ve sert olan daha büyük bir kuvvetle iter.

SÜRE: 30 dakika

AMAÇLAR:

1. Öğrenciler katı nesnelere aslında elastik oldukları ve üzerlerine bir kuvvet uygulandığında, onların da kuvvet uygulayacağı kavramını kafalarında oluşturmalarıdır.
2. Öğrenciler katı nesnelere molekülleri arasındaki yay benzeri bağlardan dolayı elastik olduklarına dair mikroskopik modeli kafalarında oluşturmalarıdır.

MATERYALLER:

1. bir kitap,
2. geniş bir yay,
3. bir blok yumuşak köpük,
4. küçük bir ayna,
5. elastik bir tahta plakayı destekleyecek iki adet birer metrelik tahta çubuk,
6. oylama kağıtları,
7. ödev kağıtları.

SUNUŞ:

Bu ilk dersimizde, konu anlatımına başlamadan önce, oylama kağıtlarının kullanım şekli ve önemi hakkında bir açıklama yapmak istiyorum. Lütfen öncelikle oylama kağıtlarıyla birlikte dağıtılmış olan açıklama kağıdını okuyunuz. Oylama kağıtlarında benim ders süresince sorduğum sorulara vereceğiniz “EVET” ve “HAYIR” yanıtlarının bulunduğu bir bölüm ve hemen arkasından bu cevaba olan duyarlılığınızı ölçen beş seçenekli bir başka bölüm bulunmaktadır. Bu oylama kağıtlarının amacı bilginizin doğruluğunu veya yanlışlığını ölçmek değildir, vereceğiniz yanıtların notlarınıza hiçbir etkisi olmayacaktır. Ancak yine de doğru olduğunu düşündüğünüz seçenekleri işaretlemeniz önemlidir. Bu konu ile ilgili sormak istediğiniz bir şey var mı?

Bugünkü konumuz “yüzeye dik kuvvetler”. Öyleyse işe “kuvvet” kavramını inceleyerek başlayalım. İlk olarak size kuvvet ile ilgili şu tanımı vermek istiyorum; “kuvvet, bir nesnenin bir diğeri üzerindeki itme yada çekmesidir” (tanım tahtaya yazılacaktır). Aslında bu tanım bizim için bir başlangıç noktası olacak ve bu derste bu tanımı genişletmeye çalışacağız. Şimdi hep beraber bir örnek ile başlayalım. Gördüğünüz gibi elimde bir kitap var, kitabı masanın üzerine koyuyorum ve şekli tahtaya çiziyorum. İşte ilk sorunuz, lütfen yanıtınızı oylama kağıtınızın üzerine işaretleyin; “sizce masa kitaba yukarı doğru bir kuvvet uygular mı?”. Lütfen oylama kağıtındaki beş seçenektan size en uygun olanı işaretlemeye dikkat edin.

Gördüğünüz gibi şimdi elimde büyükçe bir yay var, bu hepimizin bildiği sıradan bir yay. Ben de bu yayı masa üzerinde sıkıştırmaya çalışıyorum ancak galiba pek güçlü değilim 8-10 saniyeden fazla yapamıyorum. Kim kendisine güveniyor, kim denemek ister? (denemeler için 3-4 dakika). Neden 20 saniyeden uzun süreyle yayı sıkıştırmaya devam edemiyoruz? (cevaplar için 3-4 dakika). Peki, bu durumun masa üzerindeki kitap durumu ile benzerliği var mı?, bunlar birbirlerinden tamamen farklı durumlar mı? (tartışma için 3-4 dakika).

Şimdi bir blok yumuşak köpüğümüz var. İki çubuk parçasıyla desteklediğim bu bloğun ortasına kitabı yerleştiriyorum. Lütfen ne olduğunu dikkatlice izleyin. Oluşan şekli tahtaya, masa ve kitap şeklinin yanına çiziyorum. Sizce köpük kitaba yukarı yönde bir kuvvet uyguluyor mu? Masanın üzerindeki kitap durumu ile köpük üzerindeki kitap durumu arasında bir benzerlik var mı? Yoksa bunlar birbirinden tamamen farklı durumlar mı? Neden? (tartışma için 3-4 dakika).

Bu kez aynı durumu elastik bir tahta plaka üzerinde denemek istiyorum. Kitabı plaka üzerine yerleştiriyorum. Elastik tahta plakanın şekline dikkat etmenizi istiyorum. Bu şekli de tahtadaki diğer şekillerin yanına çiziyorum. Sizce bu yeni durum ile masa üzerindeki kitap durumu arasında bir benzerlik var mı? Yoksa bunlar birbirinden tamamen farklı durumlar mı? Neden? Eğer elastik tahta plaka daha kalın olsaydı bir değişiklik olur muydu? Neden? Plaka hangi kalınlıkta elastikliğini yitirir? (tartışma için 3-4 dakika).

Şimdi ilk sorumuza geri dönelim. Sizce masa, üzerindeki kitaba yukarı doğru bir kuvvet uygular mı? Lütfen cevaplarınızı oylama kağıtınızın üzerine işaretleyiniz.

Biraz da masanın yapısı hakkında konuşalım. Masa neden yapılmıştır, neden oluşur? (atomlar). Bu atomlar nasıl bir arada dururlar? (bağlar sayesinde). Bu bağların esnekliği düşük yaylar olduklarını düşünebilir miyiz? (evet). Öyle ise, katı

bir madde olan masamızın yapısını incelediğimizde atomlarının şu şekilde olduğunu görebiliriz (atomlar arası yay şeklindeki bağlar gösterilecek).

Sizce, atomlar arası bağları gösteren bu şekil masanın kitaba yukarı doğru bir kuvvet uygulayıp uygulamadığı sorusunu nasıl açıklar?

Bugünkü son aktivitemiz için bir lazer ışık kaynağı kullanacağız. Lazer ışığını masa üzerindeki aynadan yansıtarak yansıma noktasını tespit ediyoruz. Şimdi ben masanın üzerine çıkıp aynaya yakın bir noktada duruyorum. Yansıma noktasında bir değişiklik oldu mu? Neden?

Tekrar ilk sorumuza dönelim. Sizce masa, üzerindeki kitaba yukarı doğru bir kuvvet uygular mı? Lütfen cevaplarınızı oylama kağıtlarına işaretleyiniz.

Sonuç olarak, yay örneğinden başlayan örneklerle masa üzerindeki kitap durumuna ulaşmış bulunuyoruz. Bu benzetmeler zinciri sırasında herhangi bir sorusu olan var mı?

Son olarak sizin için hazırladığım ödev kağıtlarını dağıtıyorum. Lütfen soruları dikkatle cevaplamaya çalışın. Gelecek ders ödevler ile ilgili sorularınızı sorabilirsiniz. Görüşmek üzere.

ÜNİTE 1

-İkinci Gün-

KONU: YÜZEYE DİK KUVVETLER

KAVRAM YANILGILARI:

1. Katı nesnelere kuvvet uygulamazlar.
2. İki nesne birbirleri ile ilişki kurduklarında, “güçlü” olan “zayıf” olandan daha büyük bir kuvvetle iter.
3. İki nesne birbirlerini ittiklerinde, daha büyük ve sert olan daha büyük bir kuvvetle iter.

SÜRE: 30 dakika

AMAÇLAR:

1. Öğrenciler, iki nesne ilişkiye geçtiklerinde (birbirlerini ittiklerinde veya çektiklerinde) birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerin büyüklükte eşit fakat zıt yönlerde olduğunu anlamalıdır.
2. Öğrenciler, etkileşim kuvvetinin büyüklüğünün nesnelereki deformasyonun derecesine bağlı olduğunu anlamalıdır.
3. Öğrenciler, iki nesne etkileştiğinde, nesnelere çok değişik miktarlarda deforme olsalar bile kuvvetlerin eşit fakat zıt yönlü olduğunu anlamalıdır.

MATERYALLER:

1. birbirine bağlanmış, farklı sertlikte bir çift lastik,
2. bir yatak yayı, bir otomobil yayı,
3. oylama kağıtları,
4. ödev kağıtları.

SUNUŞ:

Bugünkü derse oylama kağıtlarını dağıtarak başlamak istiyorum. Geçen ders burada olmayanlar için tekrarlıyorum; oylama kağıtlarında benim ders süresince sorduğum sorulara vereceğiniz “evet” veya “hayır” yanıtlarının bulunduğu bir bölüm ve hemen arkasından bu cevaba olan duyarlılığınızı ölçen beş seçeneğe sahip başka bölüm bulunmaktadır. Bu oylama kağıtlarının amacı bilginizin doğruluğunu veya yanlışlığını ölçmek değildir. Vereceğiniz yanıtların notlarınıza hiçbir etkisi olmayacaktır. Ancak yine de kendinizce doğru olduğunu düşündüğünüz seçenekleri işaretlemeniz önemlidir. Bu konu ile ilgili sormak istediğiniz bir şey var mı?

Geçen dersin sonunda verdiğim ev ödevleri ile ilgili sorusu olan var mı? (gelecek sorular için 3-4 dakika). Bugün yeni bir örnek üzerinde çalışacağız, fakat başlamadan önce size madde hakkında bir tanım vermek istiyorum; “madde,

sıkıştırılabilir ve temas ettiği nesnelere itebilir.” Bugünkü örneğimiz, bir yangın musluğuna yavaşça dokunan ve sonra sert bir şekilde iten bir araba (şekil tahtaya çizilecek). Dikkat çekici nokta, arabanın sert itişine rağmen arabada veya yangın musluğunda bir hareket gözlenmemesidir. Sizce, arabanın musluk üzerine uyguladığı kuvvet ile musluğun araba üzerine uyguladığı kuvvet arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişki hakkında büyüktür, küçüktür veya eşittir işaretlerinden hangisini kullanmalıyız? Lütfen cevabınızı oylama kağıdı üzerinde işaretleyiniz.

Şimdiki örneğimizde tahtaya bağlanmış bir yayı çekmekte olan bir çocuk var. Şekli tahtaya çiziyorum. Çocuk ile yay arasında kalan ince tahtaya etki eden kuvvetleri düşünün. Elin ve yayın tahtaya uyguladığı kuvvetleri karşılaştırın. Eğer kuvvet çok büyük olsaydı tahtaya ne olurdu? (tartışma için 3-4 dakika).

Bu defaki örneğimizde büyük bir yayı elimizde sıkıştırıyoruz. Ölçmeye çalıştığımız, elin yay üzerine ve yayın el üzerine uyguladığı kuvvet. Sizce bu kuvvetler arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişki hakkında büyüktür, küçüktür veya eşittir işaretlerinden hangisini kullanmalıyız? Lütfen cevabınızı oylama kağıdınızın üzerine işaretleyiniz. Kimler eşittir, kimler büyüktür ve kimler küçüktür diye cevap verdi? Büyüktür veya küçüktür diyenler; sizce yay ne kadar sertlikte geri itme kuvveti uygulayacağını nasıl biliyor? O halde yay, otomatik olarak üzerine verilen kuvveti eşitleyen bir mekanizma olarak düşünülebilir mi? (tartışma için 3-4 dakika). Şimdi aynı örneği birbirine bağlanmış biri sert diğeri yumuşak yay ikilisi ile yapalım. Bu yaylar birbirine eşit fakat zıt yönlü kuvvetleri nasıl uygularlar?

Şimdi yangın musluğunu itmekte olan araba örneğinin değişik bir çeşidi ile karşı karşıyayız. Bu kez musluk elastik ve arabanın itişisi sırasında esneyebiliyor. Şekli tahtaya şöyle çizebiliriz (şekil tahtaya çizilecek). Daha önceki iki örneğimizle bunun arasında ne gibi benzerlikler veya farklılıklar var? Hangisi daha sert bir maddeden yapılmıştır? Araba musluktan daha sert bir maddeden yapılmışsa daha fazla kuvvet uygular mı? (tartışma için 3-4 dakika).

Yeni örneğimizde bir öğrenci gözlerini kapatıp elleri gergin bir şekilde bekleyecek, diğeri ise sert ve yumuşak lastiklerin birbirine geçirilmesiyle oluşan ikiliyi arkadaşının ellerine geçirecek. Sizce bu durumda hangi eliniz daha fazla kuvvet hisseder? Bu ilişki hakkında büyüktür, küçüktür veya eşittir işaretlerinden hangisini kullanmalıyız? Lütfen cevabınızı oylama kağıdınızın üzerine işaretleyiniz.

Şimdi yanyana oturanlar birer ikili oluştursunlar ve bu örneği tekrarlasınlar. (denemeler için 5 dakika). Sizce sert ve yumuşak bantların eşit kuvvet oluşturmaları nasıl mümkün olabilir? Sizce gerilebilen nesnelere birbirlerine bağlandıklarında nasıl çalışırlar, bu konuda bir genelleme yapılabilir mi?

Şimdiye kadarki örneklerimizi düşünerek hepsini genel bir sonuca bağlayabilir miyiz? Kim temas halindeki nesnelere aralarındaki kuvvetlerle ilgili sonuçlarımızı bir cümlede toparlamak ister?

$$“ F_A \text{ on } B = - F_B \text{ on } A ”$$

Son olarak bu dersin başında gördüğümüz yangın musluğunu iten ama hiç hareket ettiremeyen araba örneğine tekrar dönmek istiyorum. Sizce, arabanın musluk üzerine uyguladığı kuvvet ile musluğun araba üzerine uyguladığı kuvvet arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişki hakkında büyüktür, küçüktür veya eşittir

işaretlerinden hangisini kullanmalıyız? Lütfen cevabınızı oylama kağıtınızın üzerine işaretleyiniz.

Bugünkü dersimizi yeni ödev sorularını dağıtarak bitirmek istiyorum. Gelecek ders saatinde ödevlerinizle ilgili sorularınızı sorabilirsiniz. Teşekkür ederim.



ÜNİTE 2

KONU: SÜRTÜNME

KAVRAM YANILGILARI:

1. Sürtünmenin belli bir yönü yoktur.
2. Duran bir nesnenin üzerindeki sürtünme kuvvetinin büyüklüğü, nesneye uygulanan, yüzeye paralel yöndeki kuvvetin büyüklüğünden fazladır.

SÜRE: 30 dakika

AMAÇLAR:

1. Öğrenciler, direnç kuvvetlerinin çeşitli şekilleri olduğunu anlamalıdır.
2. Öğrenciler, özellikle katı yüzeyler arasındaki direnç kuvvetlerinin yönlerini tanımlayabilmelidirler.
3. Öğrenciler, sürtünme sözkonusu olan temaslarda net kuvvetin yönünü tanımlayabilmelidirler.
4. Öğrenciler, direnç kuvvetleri ile ağırlığı ayırabilmelidirler.

MATERYALLER:

1. iki fırça tarak,
2. C şeklinde mengene,
3. ön testler,
4. oylama kağıtları,
5. ödev kağıtları.

SUNUŞ:

Derse oylama kağıtlarını dağıtarak başlamak istiyorum. Sanırım artık herkes oylama kağıtlarının nasıl kullanıldığını anladı. Yine de bununla ilgili soru sormak isteyen varsa sorabilir.

Bugünkü derse bir quiz ile başlamak istiyorum. Quiz sonucunun notlarınız üzerinde bir etkisi olmayacaktır. Ama yine de ben sizden soruyu dikkatle okuyup cevaplandırmanızı rica ediyorum (quiz için 10 dakika).

Sence quizdeki traktör sorusunun cevabı nasıl olmalıydı? (5-6 öğrenciye aynı soru sorulacak). Şimdi tahtaya yönleri belirten şekli çizip harfleri yerleştiriyorum. Kim hangi harfin doğru cevap olduğunu düşünüyor? Sizce bloğa etki eden sürtünme kuvvetinin yönü nedir? Lütfen oylama kağıtlarınız üzerine uygun harfi yazın.

Şimdi elimde iki fırça tarak var. Bunlardan biri mengene ile sabitlenmiş, diğeri ise serbest hareket edebiliyor. Hareket edebilen fırçayı diğeri üzerinden çekiyoruz. Sizce alttaki fırça üsttekine bir kuvvet uygular mı? Bu kuvvetin yönü nedir? Üstteki fırça hangi kuvvetleri hisseder?

Yeni örneğimizde elimizde pürüzlü temas yüzeylerine sahip iki tane blok olduğunu düşünelim. Üstteki bloğa bir kuvvet uygulanıyor fakat blok hareket etmiyor. Örneği daha iyi anlamanız için şekli tahtaya çiziyorum. Sizce bu durumda her iki yüzeye etki eden sürtünme kuvvetlerinin yönü nedir? Bloğu tabanda iten kuvvet mi yoksa tabanı blokta iten kuvvet mi daha büyüktür?

Şimdi yeni oylama sorumu soruyorum; kutu üzerindeki sürtünme kuvvetinin yönü nedir? Cevap için lütfen tahtadaki yönler karşılık gelen harfleri kullanın. Biraz önceki traktörün artık yavaş yavaş ilerlediğini düşünelim. Bu durumda kuvvetler artık farklı mıdır? Sizce yerin blok üzerinde oluşturduğu sürtünme kuvveti ile bloğun sürtünmesinin yere uyguladığı kuvvet arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişki hakkında büyüktür, küçüktür veya eşittir işaretlerinden hangisini kullanmalıyız? Lütfen cevabınızı oylama kağıtınızın üzerine işaretleyiniz.

Bugün son olarak size bu konu ile ilgili hazırlanmış ödevleri dağıtmak istiyorum. Ödevlerle ilgili sorularınızı gelecek dersimizde sorabilirsiniz. Teşekkür ederim.



ÜNİTE 3

-Birinci Gün-

KONU: GERİLME

KAVRAM YANILGILARI:

1. İpteki gerilme, ipin iki ucundan etki eden kuvvetlerin büyüklükleri toplamına eşittir.
2. Güçlü ipler, zayıf veya esnek iplerden daha büyük bir kuvvet ile çekerler.
3. Duvarlar, üzerlerine bağlanan iplere kuvvet uygulamazlar.
4. İki ip, duran sürtünmesiz bir nesneyi eşit olmayan kuvvetler ile çekebilirler.
5. Aynı kuvvete maruz kalan tek bir yay, uç uca bağlanmış iki yaydan daha fazla esner.

SÜRE: 30 dakika

AMAÇLAR:

1. Öğrenciler, ipler ile yaylar arasındaki benzerlikleri gözlemleyebilmelidirler.
2. Öğrenciler, gerilmiş ip boyunca gerilme kuvvetinin aynı olduğunu anlamalıdır.
3. Öğrenciler, gerilme kuvveti altındaki ip veya yayın her bir elementi için modelleme yapabilmelidir.

MATERYALLER:

1. 2 adet altı lif sarımlı ip,
2. 3 adet yay ölçücü,
3. 3 adet "S" kanca,
4. oylama kağıtları,
5. ödev kağıtları.

SUNUŞ:

Bugünkü dersimizde gerilme kuvveti kavramını işleyeceğiz. Bu kavram, özellikle bir nesneyi iple ya da bir parça yayla çekmek istediğimiz durumlarda çok işimize yarar.

Gerilme kuvvetini daha yakından görebilmek için, iki arkadaşınızın bir ipin iki ucundan, mümkün olduğunca kuvvetli ama birbirlerini hareket ettirmeyecek şekilde asılmalarını istiyoruz.

Bugünün ilk oylamasını konusu Süpermen, hikayesi de şöyle; başka bir galaksiden gelen bazı uzaylılar Süpermeni kaçırlar. Amaçları onun dayanıklılığını test etmektir. Uzaylıların bir kısmı Süpermeni kollarından iki ayrı yöne bakan iki ata bağlayıp çekmeyi önerirken, bir kısmı ise bir kolunu bir ağaca bir kolunu ise bir ata bağlamayı önerirler. Sizce bu durumların hangisinde Süpermene daha fazla

kuvvet etki eder? Lütfen cevaplarınızı oylama kağıtları üzerinde işaretleyin. Sen cevap olarak hangisini seçtin? (tartışma için 3-4 dakika).

Şimdiki örnekte biri şişman diğeri zayıf iki kişi var. Bu kişiler bir yayın iki ucuna geçmiş ve yayı iki tarafa doğru çekiyorlar. Şişman olan kişi daha güçlü ama zayıf olan da var gücüyle uğraşiyor. Sizce hangisinin uyguladığı kuvvet daha büyüktür; şişman olanın mı? yoksa zayıf olanın mı? Bu kez cevap hakkında parmak kaldırarak oylama yapalım (sınıftaki doğru cevap oranının %90 dan az olması durumunda, simetrik bir yayın nasıl olupta iki ucunda farklı kuvvet uygulayabildiği sorulacak).

Yeni örneğimizde aynı şişman ve zayıf kişiler, bu kez bir ip ile birbirine bağlanmış olan iki ayrı yayı çekiyorlar. Fakat zayıf olan yine var gücüyle asılıyor ve ikiside hareket etmiyorlar. Eğer iki kişi de 100'er N uyguluyorsa, sağ yayı çeken ip üzerindeki kuvvet nasıl olur? (daha büyük, daha küçük, eşit yada sıfır). Lütfen cevaplarınızı oylama kağıtınızın üzerine işaretleyin. Kim hangi cevabı doğru buluyor? (tartışma için 3-4 dakika). Sizce bu örnek ile Süpermen örneği arasında ne gibi benzerlikler ve farklılıklar var?

Şimdi son örneği biraz geliştirip, iki iple birbirine bağlanmış üç ayrı yay haline dönüştürelim. Sizce ortadaki yayın durumu Süpermenin durumuna benziyor mu? (tartışma için 2-3 dakika). Şimdi bu yayların üzerine etki eden kuvvetlerin de 100'er N olduğunu varsayalım. Sizce ortadaki yayın iki ucuna etki eden kuvvetler nelerdir? Lütfen bu sayısal değerleri oylama kağıtınıza ekleyin. Eğer ortadaki yayı üç ayrı parçadan oluşan bir yay grubu olarak düşünürsek, herbir parçasına etki eden kuvvet nasıl olur? (üç farklı büyüklükteki yay parçasını gösteren şekil çizilecek).

Son olarak size bu konu ile ilgili hazırladığım ödevleri dağıtıyorum. Gelecek ders görüşmek üzere.

ÜNİTE 3

-İkinci Gün-

KONU: GERİLME

KAVRAM YANILGILARI:

1. İpteki gerilme, ipin iki ucundan etki eden kuvvetlerin büyüklükleri toplamına eşittir.
2. Güçlü ipler, zayıf veya esnek iplerden daha büyük bir kuvvet ile çekerler.
3. Duvarlar, üzerlerine bağlanan iplere kuvvet uygulamazlar.
4. İki ip, duran sürtünmesiz bir nesneyi eşit olmayan kuvvetler ile çekebilirler.
5. Aynı kuvvete maruz kalan tek bir yay, uç uca bağlanmış iki yaydan daha fazla esner.

SÜRE: 30 dakika

AMAÇLAR:

1. Öğrenciler, ipteki gerilme kavramını sözcükler ve şekillerle açıklayabilmelidirler.
2. Öğrenciler, yay ölçücünün aslında basit bir simetrik yay olduğunu anlamalıdır.
3. Öğrenciler, makaranın yön değiştirmeye yarayan, ama ipteki gerilmeden dolayı oluşan kuvvetin büyüklüğünü değiştirmeyen bir araç olduğunu anlamalıdır.

MATERYALLER:

1. 2 adet altı lif sarımlı ip,
2. 3 adet yay ölçücü,
3. 3 adet "S" kanca,
4. makaralı deney düzeneği,
5. oylama kağıtları,
6. ödev kağıtları.

SUNUŞ:

Bugün, dün üzerinde çalışmaya başladığımız gerilme konusuna devam ediyoruz. Hatırlamanızı kolaylaştırmak için, dün incelediğimiz örnekleri tahtaya tanımlarını da tekrarlayarak çiziyorum. Bugünkü ilk örneğimiz iki ip ile birbirine bağlanmış üç yay. Bu yayların bir tarafı şekilde de görüldüğü gibi bir ağaca bağlanmış, diğer tarafı ise bir adam tarafından çekiliyor. Eğer adam yayı 100 N luk bir kuvvetle çekiyorsa, ağaç kendisine bağlı olan yaya ne kadar kuvvet uyguluyordu? (daha az, daha çok, eşit). Lütfen cevabınızı oylama kağıtınızın üzerine işaretleyin. Kim verdiği cevabı açıklamak ister? (tartışma için 3-4 dakika).

Bu yeni örnek ile, daha önceki Süpermen örneği arasında bir benzerlik ya da farklılık görebiliyor musunuz? Örneğin burada ortada yer alan yayı Süpermen olarak düşünmemiz yanlış bir yaklaşım olur mu?

Şimdi birazda “Süpermen iki at arasında mı kalsa daha iyi yoksa bir at ve bir ağaç arasında mı” sorusuna dönelim. Şekli biraz değiştirip yeni bir forma getirmek istiyorum. Sizce bu yeni şekil, ilk şekilden ne kadar farklı? İlk ünite de masanın atomları arasında yay şeklinde bağlar olduğunu düşündüğümüzü hatırlıyor musunuz? Bu kez de ağacın atomları arasında benzer yaylar olduğunu düşünmek doğru olur mu?

Yine Süpermen’e dönelim, tekrar derdini çözmeye çalışalım. Lütfen cevaplarınızı oylama kağıtınızın üzerine işaretleyin.

Artık gerilmenin tanımına dönüp, bu tanımı yeni bakış açımızla biraz daha genişletebiliriz. Gerilme, bağlanmış bir nesnenin bir ucundaki kuvvetin değeridir. Öyleyse gerilme ipin herhangi bir yerine konan bir yay ölçücü ile ölçülebilir. Gerilme, binalarda esnemeye ve bazen kırılmaya sebep olur.

Son olarak makara kullanılan bir örneği göstermek istiyorum. Makara ipin yönünü değiştiren fakat ip üzerindeki gerilmeyi değiştirmeyen özel bir araçtır. Makara üzerindeki sürtünme çok düşük olduğundan sıfır kabul edilir. Şimdi bu makara düzeneğine bir arkadaşınız aynı kuvveti üç değişik açı ile uygularken, bir başka arkadaşınız da ölçüm değerini yüksek sesle, bizim için okuyacak. Gördüğünüz gibi bu üç değer de birbirine çok yakın, aradaki ufak farklar da arkadaşınızın üç açı sırasında kuvveti sabit tutamamasından kaynaklanıyor olabilir.

Bugünkü dersi konu ile ilgili ödev sorularını dağıtarak bitiriyorum. Teşekkür ederim.

ÜNİTE 4

-Birinci Gün-

KONU: ÇEKİM I

KAVRAM YANILGILARI:

1. Çekim Kuvvetinin Sebepleri:
 - a) Çekim, hava basıncından kaynaklanmaktadır.
 - b) Çekim, Dünya'nın dönüşünden kaynaklanmaktadır.
2. Çekim, Dünya'nın farklı bölgelerinde farklı kuvvettedir (Örneğin, güney yarımkürede daha zayıftır).

SÜRE: 45 dakika

AMAÇLAR:

1. Öğrenciler, Dünya'nın çekim kuvvetinin, Dünya'nın her bölgesinde aynı olduğunu anlamalıdır.
2. Öğrenciler, çekimin olmamasının sonuçlarını anlamalıdır.
3. Öğrenciler, çekimin hava basıncından kaynaklanmadığını anlamalıdır.
4. Öğrenciler, Dünya'nın çekim kuvvetinin Dünya'nın dönmesine bağlı olmadığını anlamalıdır.

MATERYALLER:

1. oylama kağıtları.

SUNUŞ:

Bugünkü dersimizde, çekim kuvvetinin özellikleri ve sebepleri üzerinde duracağız. İlk olarak sizlere, Dünya'nın çeşitli bölgelerindeki çekim kuvveti ile ilgili bir soru sormak istiyorum. Şekle dikkatlice bakın, sizce Amerika'daki çekim kuvveti, Avustralya'daki çekim kuvvetinden;

- biraz daha azdır,
- eşittir,
- biraz daha fazladır.

şıklarından hangisi doğrudur. Oylama kağıtlarına cevaplarınızı, sebepleriyle birlikte yazınız. Şimdi bu konuyu biraz daha açalım. Amerikadaki çekim kuvveti Avustralyadakinden daha azdır, diyen arkadaşlardan biri cevabını bize açıklayabilir mi? Eğer kuvvetler eşit veya Amerika'daki kuvvet daha fazla diyorsanız, bunu nasıl açıklarsınız (5 dakika). Arkadaşlarınızın görüşlerini aldık ve sonuçta şunu anladık ki: "Çekim Dünya'nın merkezine doğru olan bir kuvvettir". Şekilde de görüldüğü gibi Dünya'nın çeşitli bölgelerinde aynıdır (Toplam 10 dakika).

Şimdi, sizlerle beraber bir deney yapacağız. Ama öncelikle şu şekli beraberce inceleyelim. Burada bir el kantarına asılmış 10 N'luk bir kütle var. Kütlenin üzerine bir cam kavanoz kapatıp içindeki bütün havayı boşaltıyoruz. Bu durumda, el kantarında okunan değer şu aralıkların hangisinde olurdu;

0 - 9, 9.1 – 10.1, 10.1 – 11, 11.1 – 20

“Birinci aralıktadır” diyenler ellerini kaldırsın lütfen. 2. aralıktadır diyenler. 3. aralıktadır diyenler. El kantarında okunan değer 4. aralıktadır diyenler. Evet, !cevap 1. aralıktadır” diyenlerden birisi bunun sebebini açıklayabilir mi bize? Peki 2. aralıktaysa neden? 3. ve 4. için de gönüllülerden neden böyle düşündüklerini alabilir miyim? (10 dakika). Şimdi beraberce bu sorunun cevabını göreceğiz. Şekilde gördüğünüz sistemi kuruyorum. Aranızdan iki kişiyi bana yardımcı olması için ve el kantarındaki değeri okuması için yanıma çağırıyorum. Şimdi şu gördüğünüz hava pompası ile kavanozun içindeki havayı yavaş yavaş boşaltıyorum. El kantarında okunan değer değişti mi? Kavanozun içindeki bütün havayı boşaltmama rağmen hangi değeri okudum. Bu deney size çekimin sebebi hakkında ne söyledi? Biz bu deneyden ne öğrendik? Yani şunu söyleyebiliriz ki çekim hava basıncından kaynaklanmamaktadır. Peki eğer hava basıncı çekime sebep olmuyorsa, çekimin sebebi nedir? Bu sorunun cevabını ders sonuna bırakalım, hep beraber çekime sebep olan şeyi göreceğiz (Toplam 20 dakika).

Şimdi hep beraber şu şekle bakalım. Ekvatorda bir kişi bir baskül üzerinde duruyor. Dünyanın şimdiki dönüş hızından daha hızlı döndüğünü düşünelim. Bu durumda, baskül üzerinde okunan değer nasıl değişirdi? Sizce bu değer;

- aynı mı kalırdı?
- artar mıydı?
- azalır mıydı?

Cevabınızı oylama kağıtınıza yazınız. Cevabınızın size ne kadar anlamlı geldiğini de yazmayı unutmayın. Hiç lunapark'a gittiniz mi? Oradaki atlıkarıncayı görmüşsünüzdür. Atlıkarınca'ya bindiğinizi düşünün ve bir müddet sonra atlıkarınca daha hızlı dönmeye başlıyor. Bu durumda üzerinize etkiyen çekim kuvveti daha mı az olurdu?

Konuyu açıklığa kavuşturmak için bir deney daha yapalım. Burada dönebilen bir zemin üzerinde iki yay arasına yerleştirilmiş bir kütle var. Bunu şu şekilde döndürdüğümüzde bu kütle üzerine etkiyen yerçekimi kuvveti nasıl değişir?

Bütün bu anlatılanlardan sonra, size çekimin Dünya'nın dönmesinden kaynaklandığını söyleyen birisine nasıl cevap verirdiniz? (Toplam 15 dakika).

Bugünkü derste öğrendiklerimizi tekrar edecek olursak. Şöyle özetleyebiliriz.

- a- Çekim, kütleden kaynaklanmaktadır.
- b- Çekim, hava basıncından kaynaklanmamaktadır.
- c- Çekim, Dünyanın dönmesinden kaynaklanmamaktadır.

Sizlerden, Çekim I – birinci gün ödevlerini bir dahaki derse kadar yapmanızı istiyorum. Ödevinizdeki, röportaj bölümü ile ilgili olan kısmı gelecek derste okumanızı isteyeceğim.

ÜNİTE 4

-İkinci Gün-

KONU: ÇEKİM I

KAVRAM YANILGILARI:

1. Sadece büyük objeler (gezegenler veya yıldızlar) çekime sebep olurlar. Küçük objeler çekim kuvveti uygulamazlar (büyük objeler üzerine veya diğer küçük objeler üzerine).

SÜRE: 40 dakika

AMAÇLAR:

1. Çekimin sonuçlarının etkileşim olduğunun açıklanması.
2. Çekimin belirli bir uzaklıkta etkiyen kuvvet olduğunun anlaşılması.

MATERYALLER:

1. Oylama Kağıtları.

SUNUŞ:

Bugünkü dersimize başlamadan önce, son derste vermiş olduğum ödevler üzerinde durmak istiyorum. Ödev sorularının birisi çevrenizdeki kişilerle röportaj yapmanızı gerektiriyordu. Şimdi bunun üzerinde biraz duralım. Sorduğunuz sorulara nasıl cevaplar aldınız, bu cevaplarda size yanlış gelen şeyler nelerdi? Bunun üzerinde biraz konuşmak istiyorum (5 dakika).

Bugünkü dersimize bir demonstrasyonla başlamak istiyorum. Elimdeki tenis topunu görüyorsunuz. Bunu belirli bir yükseklikten bıraktığımda ne olur? Peki neden düşer? Evet, dünya tenis topuna şeklindeki (şekil çizilecek) gibi bir kuvvet uyguladı ve top düştü. Peki ben bu masanın üzerine iki tane tenis topu koyuyorum ve soruyorum. Bu iki tenis topu arasında çekim kuvveti var mıdır? Cevaplarınızı oylama kağıtlarınıza yazınız (1-2 dakika). Kaç kişi bu soruya evet, kaç kişi hayır dedi. Peki kaç kişi cevabının kendisine anlamlı geldiğini söylüyor. Kaç kişi anlamsız geldiğini söylüyor? Hiçbir fikri olmayan kaç kişi var? (Toplam 10 dakika). Sizce bu iki küçük tenis topu birbirine kuvvet uygulayabilir mi?

Peki beraberce şu şekle bakalım. (şekil çizilecek). Ahmet, 1 mil yükseklikten bir tenis topunu dünyaya bırakıyor, tenis topu düşerken dünyaya bir kuvvet uygular mı? Cevabınız size ne kadar anlamlı geliyor, cevabınızı oylama kağıdına yazınız (5 dakika).

Başka bir durumu ele alalım. Şekilde görüldüğü gibi Ahmet, kütlesi Ay'ın kütlesiyle aynı olan bir objeyi 1 mil uzaklıktan bırakıyor. Bu obje düşerken dünyaya bir kuvvet uygular mı? Cevaplarınızı ve düşüncelerinizi oylama kağıtlarına yazınız

(5 dakika). Kaç kişi bu soruya “evet” dedi? Kaç kişi “hayır” dedi. Peki kaç kişi için verdiği cevap anlamlı geliyor, kaç kişi için anlamsız geliyor, kaç kişinin bu konuda hiçbir fikri yok? (Toplam 15 dakika). Gel-git olayı hakkında bir fikri olan var mı? Sizce bu olay neden kaynaklanır? Evet, gel-git olayı Ay’ın Dünya’yı çekmesine bir örnektir.

Şimdi, başta sorduğumuz soruya tekrar dönelim. Ahmet tenis topunu bıraktığında tenis topu dünyaya bir kuvvet uygular-mı? Şimdi bu soruya “evet” diyen kaç kişi var? “hayır” diyen kaç kişi var. Peki bu cevap “bana anlamlı geliyor” diyen kaç kişi var? “Bana anlamsız geliyor” diyen, “hiçbir fikrim yok” diyen kaç kişi var? (5 dakika).

Bugünkü derste gördüklerimizi özetlemek istersek şunları söyleyebiliriz.
Çekim;

Belli bir uzaklıkta etkir,

Daima çeker (asla itmez),

İki yönlü bir etkidir,

Boşluktan veya diğer maddelerden geçer,

Hem büyük objeler, hem de küçük objeler için geçerlidir,

Çekimi açıklamak için basit sezgisel bir model bulunamamıştır.

Bugünkü dersimiz bu kadar, size ödev olarak Çekim I-ikinci gün ödevlerini veriyorum. Önümüzdeki derse hazırlarsanız sevinirim.

ÜNİTE 5

KONU: EYLEMSİZLİK I

KAVRAM YANILGILARI:

1. Çok düşük veya sıfır sürtünme ortamlarında büyük kütleli durdurmak harekete geçirmekten daha zordur.
2. Sabit kuvvet, sabit hıza sebep olur.

SÜRE: 30 dakika

AMAÇLAR:

1. Öğrenciler, bir objeye sabit kuvvet uygulandığında sabit ivme ile ivmelendiğini anlamalıdır.
2. Öğrenciler, çekimin eylemsizliğe sebep olmadığını anlamalıdır.

MATERYALLER:

1. oylama kağıtları,
2. eylemsizlik I ödevleri,
3. eylemsizlik terazisi.

SUNUŞ:

Dersimize şu soruları tartışarak başlamak istiyorum:

- Sabit kuvvet nasıl bir harekete sebep olur?
- Bir objenin hareketinin değişmesine direnç göstermesinin sebebi nedir?
- Bir kaykayı hareketlendirmek ve durdurmak zor mudur?
- Büyük kütleli mi, küçük kütleli mi durdurmak veya hareketlendirmek daha zordur? Burada, ders boyunca kullandığımız terimleri söylemek istiyorum. “Geri tutma” eğilimi, “hareketine devam etme eğilimi” ve “aşağı çekme eğilimi” gibi terimleri ders boyunca kullanacağız.

Şimdi bir demonstrasyonla dersimize devam etmek istiyorum. Şekildeki gibi bir kaykayın üzerinde bir arkadaşınızın durduğunu düşünelim. Kaykay belirli bir hızda gitmekte fakat daha sonra durmaktadır. Bunun sebebi sizce şunlardan hangisidir.

- a- Yönü olmayan sürtünme kuvveti: Kaykay bir süre sonra durur, çünkü sürtünme her yerde vardır, fakat bu herhangi belirgin bir yönde etki etmez. Bu şık size ne kadar anlamlı geldi. Oylama kağıtlarına işaretleyiniz. Sebebini yazınız.

- b- Objeler daima durma eğilimi gösterirler: Kaykay durur, çünkü onun hareketini devam ettirecek net bir kuvvet yoktur. Bu size ne kadar anlamlı geliyor, sebebini belirtiniz.
- c- “Aşağı çekme eğilimi” (yerçekimi kuvveti): Kaykay durur, çünkü yerçekimi kuvveti onu aşağı doğru çekmektedir. Bu size ne kadar anlamlı geldi, sebebini yazınız.
- d- Objenin hareketine ters yönlü sürtünme kuvveti: Kaykay durur çünkü yerden ve az da olsa havadan dolayı, kaykayın hareketine zıt yönlü sürtünme kuvveti vardır. Bu size ne kadar anlamlı geldi, sebebini yazınız.

Sizce hangi şık fiziksel bir mana ifade ediyor, açıklar mısınız? Hayattaki deneyimlerinizden bana “geri tutma eğilimi” ve “hareketine devam etme eğilimi” ile ilgili örnekler verebilir misiniz? (20 dakika).

Şimdi başka bir demonstrasyona geçiyorum. Burada eylemsizlik terazisi kullanılacaktır. İlk başta teraziyi üzerine kütle koymadan çalıştırıyorum, frekansını saymak için bir öğrenciye ihtiyacım var, ağırlığı olmadan frekansını sayalım. Şimdi terazinin üzerine kütle ekliyorum. Bu terazinin frekansını nasıl değiştirir? Elimle teraziyi $\frac{1}{2}$ devir çeviriyorum. Terazinin üzerine kütle eklendikten sonraki hareketi sürtünmenin artmasında mı yoksa başka bir sebepten mi kaynaklanmaktadır? Deneyde gördük ki eklenen kütle terazinin yavaşlamasına sebep oldu, bu “geri tutma eğilimi” veya çekim kuvvetinin artmasından kaynaklanmaktadır. Bunun sebebi sürtünme kuvveti değildir.

Şimdi aynı deneyde çekim kuvveti üzerinde biraz duralım istiyorum. Şekildeki düzeneği kuruyorum. Sizce “aşağı çekim eğilimi” yani çekim kuvveti eylemsizlik terazisinde önemli midir? Terazide yaya asılı bir kütle ekliyorum. Bu yay çekim kuvvetinin etkisini ortadan kaldıracaktır. Bu eklenen kütle terazinin frekansını nasıl değiştirir? Sizce terazi daha mı hızlı, daha mı yavaş yoksa aynı hızla mı hareket eder. Terazinin frekansını sayıyorum, 20. Burada 0.4 saniyelik bir hata payı olabilir. Şimdi de astığımız kütleli geçici olarak kaldırıyorum. Frekansı tekrar sayıyorum 20. Gördük ki, her iki durumda da frekans değişmezdi. Yani “aşağı çekme eğilimi” (çekim kuvveti) “geri tutma eğilimi” ve “hareketine devam etme eğilimi” için gerekli değildir. Bu da şunu gösterir, “geri tutma eğilimi” uzayda çok büyük çekim kuvvetinin olmadığı ortamlarda bile bulunur.

Şimdiye kadar gördüklerimizi şöyle özetleyebiliriz. “Geri tutma eğilimi” ve “hareketine devam etme eğilimi”, sürtünme ve çekimden farklı, kütleli bir özelliğidir. Sürtünme ve çekim, kütleli bir cisim üzerine etki edebilen harici kuvvetlerdir ve “geri tutma eğilimi” ve “hareketine devam etme eğiliminden” farklıdır (20 dakika).

Dersimize kaykay deneyiyle devam ediyoruz. Arkadaşınızın kaykay üzerinde oturduğunu ve sizin hareket eden kaykayı 15N’luk kuvvetle durdurmaya çalıştığınızı düşünelim. Kaykay daha ağır olsaydı, onu durdurmak daha mı zor olurdu? Sizce daha ağır kaykayı durdurmak neden daha zordur? Okuyacağım şıklar size ne kadar anlamlı geliyor, sebepleriyle birlikte oylama kağıtlarına yazınız.

- a- Çok kütle çok sürtünme demektir: Kaykayı durdurmak daha zor olurdu çünkü daha fazla kütle daha fazla sürtünmeye sebep olur ve durdurmak zorlaşır.

- b- Daha büyük “aşağı çekme eğilimi” (çekim kuvveti): Kaykayı durdurmak daha zor olurdu çünkü daha fazla kütle “aşağı çekme eğilimi” veya aşağı yönlü çekim kuvveti kaykayı durdurmayı zorlaştırırdı.
- c- Kütlelerin “hareketine devam etme eğilimi”: Kaykayı durdurmak daha zor olurdu çünkü her kütle parçacığı hızının azaltılmasına karşı koyar. (Kütlelerin “hareketine devam etme eğilimi”). Yani daha fazla kütle parçacığı, yavaşlamaya daha fazla direnç demektir.

Bu şıklar üzerinde biraz tartışalım, a şıkkı doğru diyenler sebebini bize açıklayabilirler mi? Peki b şıkkı doğru diyenler neden böyle düşünüyor? Sizce c şıkkı neden doğrudur.

Sonuç olarak şunu söyleyebiliriz. Her kütle parçacığı eylemsizliğe sahiptir ve hızının yavaşlamasına karşı koyar. Eylemsizliğin bu yönünü biz “hareketine devam etme eğilimi” olarak adlandırıyorduk (20 dakika).

Eylemsizlik teorisine geri dönersek, burada görüyoruz ki hareket her iki yönde de eşittir. Bu bize neyi gösterir? Evet, kütle her iki yönde de aynı kuvvet etki etmektedir. Yani kütlelerin “hareketine devam etme eğilimi” ve “geri tutma eğilimi” birbirine eşittir ve biz bu iki eğilimi eylemsizlik olarak adlandırıyoruz.

Dersimizi şöyle özetleyebiliriz:

- Çekim ve sürtünmenin dışında, kütle bir objenin eylemsizliğinin kaynağıdır.
- Daha büyük kütle, daha az ivmelenme hızı demektir. Yani kütle ivmelendiren kuvvete direnç gösterir.
- “Geri tutma eğiliminin” “hareketine devam etme eğilimi” ile eşit olduğunu gördük. Bu iki terim yerine eylemsizlik terimini kullanacağız. Yani, eylemsizlik bir objenin hızının artırılmasına veya azaltılmasına gösterdiği dahili bir dirençtir.

Dersi tekrar ettikten sonra ödevlerinizi yapmayı unutmayınız.

ÜNİTE 6

-Birinci Gün-

KONU: ÇEKİM II

KAVRAM YANILGILARI:

1. Büyük kütle, küçük kütleye küçük kütlelerin büyük kütleye uyguladığından daha büyük çekim kuvveti uygular.
2. Bir kütlelerin uyguladığı çekim kuvveti sadece kendi kütlelerine bağlıdır, üzerine çekim uyguladığı objenin kütlelerine değil.

SÜRE: 45 dakika

AMAÇLAR:

1. Öğrenciler, çok küçük kütleli parçacıkların bile çekime maruz kaldığını anlamalıdır.
2. Öğrenciler, çekimin her iki objeye de etkiyen çift yönlü etkileşim olduğunu anlamalıdır.
3. Öğrenciler, iki kütle parçacığı arasındaki çekim kuvvetinin her obje üzerindeki kütle parçacığı sayısı ile orantılı olduğunu anlamalıdır.

MATERYALLER:

1. oylama kağıtları,
2. birkaç adet çivi,
3. parça tahta,
4. lastik bantlar,
4. Çekim II – birinci gün ödevleri.

SUNUŞ:

Bugünkü dersimize bir soru ile başlamak istiyorum. Lütfen şekle (tahtaya çizilecek) dikkatlice bakın. Sizlerden tırın şişeye uyguladığı çekim kuvveti ile, şişenin tıra uyguladığı çekim kuvvetini karşılaştırmanızı istiyorum. Sizce bu iki kuvvetten hangisi daha büyüktür. Seçenekleriniz:

- a- $F_T > F_K$
- b- $F_T = F_K$
- c- $F_T < F_K$

Doğru seçeneği bulup, oylama kağıtlarına işaretleyiniz. Bu cevap size ne kadar anlamlı geliyor, bunu da belirtiniz. (1-2 dakika) Şimdi kaç kişi tırın şişeye uyguladığı çekim kuvveti daha büyüktür diyor? Kaç kişi eşittir? Kaç kişi şişenin tıra

uyguladığı çekim kuvveti daha büyük olur diyor? Peki bu cevap kaç kişiye anlamlı geliyor? Kaç kişiye anlamsız geliyor? Kaç kişinin bu konuda hiçbir fikri yok? (Eğer çoğu öğrenci kuvvetlerin eşit olduğunu fakat bana emin olmadıklarını söylerse). Tırın şişeye uyguladığı çekim kuvveti ile şişenin tıra uyguladığı çekim kuvveti aynı olur diyorsunuz. Peki size küçük şişe nasıl olur da tırı, tırın şişeyi çektiği kuvvetle çekebilir? (10 dakika).

Daha önceki derste çok küçük kütleli cisimleri kütle parçacığı olarak adlandıracağımızı belirtmiştik. Kütle parçacığını belirtmek için çeşitli birimler vardır. Bazıları gram, atom ve nükleon (nötron veya proton)'dur. Bizim burada kütle parçacığı olarak kullandığımız cisimleri bir gramlık kütleler olarak algılayabilirsiniz (1-2 dakika).

Şimdi şu şekle dikkatlice bakalım. (şekil çizilecek). İki kütle parçacığı arasındaki çekim kuvvetini karşılaştırırsak sizce aşağıdaki şıklardan hangisi doğrudur:

- $F_B > F_A$
- $F_B = F_A$
- $F_B < F_A$

Oylama kağıtlarına size doğru gelen şıkkı ve bunun size ne kadar anlamlı geldiğini işaretleyiniz (5 dakika).

Kütle parçacıklarının arasındaki çekim kuvvetini gözümüzde canlandırmak için çeşitli modeller geliştirilmiştir. Bunlar lastik bant, yay, sakız iplikleri kullanılarak yapılabilir. Biz lastik bant modelini kullanacağız.

Gördüğünüz gibi elimde üzerine çivi çakılmış tahta parçaları var. Üzerinde bir tane çivi olan tahta ile üç tane çivi olan tahtaları alıyorum. Her bir çiviye birer lastik bant takıyorum. Buradaki her bir çivi bir kütle parçacığını ve lastik bant da bu kütle parçacıkları arasındaki çekim kuvvetini temsil etmektedir. Üzerinde 2 ve 3 çivi olan tahta parçalarını alıyorum ve bunlar için de altı tane lastik bant kullanıyorum.

Şimdi en son kullandığım tahtaları alıyorum. Şekilde gördüğünüz gibi A iki kütle parçacığına B ise üç kütle parçacığına sahiptir. B'nin A'ya uyguladığı kuvvet oklarını çiziyorum. Şimdi de A'nın B'ye uyguladığı kuvvet oklarını bu kez farklı renklerle kullanarak çiziyorum. Sizce hangi obje daha büyük çekim kuvveti uygular?

- A B'ye daha fazla kuvvet uygular,
- B A'ya daha fazla kuvvet uygular,
- Her iki kuvvet de eşittir.

Cevabınızı ve bunun size ne kadar anlamlı geldiğini oylama kağıdına işaretleyiniz (1-2 dakika). Kaç kişi A B'ye daha fazla kuvvet uygular diyor? Kaç kişi B A'ya daha fazla kuvvet uygular diyor? Kaç kişi bu iki kuvvet de birbirine eşittir diyor? Cevabının kendisine anlamlı geldiğini söyleyen kaç kişi var? Cevabı kendisine anlamlı gelmeyen kaç kişi var? Bu konuda hiçbir fikrim yok diyen kaç kişi var? Bu örneği bize özetleyebilecek bir gönüllü var mı? (1-2 dakika). Peki elimde üç kütle parçacığı ile dört kütle parçacığı olsaydı bunları birleştirmek için kaç tane lastik bank kullanacaktım? (15 dakika).

Şimdi diğer şeklimize geçelim. dünyanın üzerinde duran adam 800N ağırlığındadır. Bu ne demektir? Dünya o kişiye 800N'luk çekim kuvveti uyguluyor demektir, değil mi? Peki bu kişi dünyaya yukarı doğru herhangi bir çekim kuvveti uygular mı? Şu şıklardan sizce hangisi doğrudur:

- i. Kuvvet uygulamaz,
- ii. Biraz uygular, fakat bu 800N'dan azdır,
- iii. 800N,
- iv. 800N'dan fazla uygular.

Doğru bulduğunuz şıkkı size ne kadar anlamlı geldiği ile beraber oylama kağıdına işaretleyiniz (Kütle parçacığı diyagramı Dünya 10, kişi 1 kütle parçacığı olarak tekrar verilebilir) (10 dakika).

Biraz önceki iki kütle parçacıklarını tekrar alalım. B üzerindeki kütle parçacıklarından birini çıkartırsam, A ve B arasındaki kuvvet nasıl değişirdi? Sizce:

- a- A'nın B üzerindeki kuvveti artardı,
- b- A'nın B üzerindeki kuvveti azalardı,
- c- A'nın B üzerindeki kuvveti değişmezdi.

Şıklarından hangisi doğrudur? Kaç kişi bu kuvvet artardı diyor? Kaç kişi azalardı? Kaç kişi aynı kalırdı diyor? (A'daki kuvvet azalardı diyenler çok olursa). Peki ama A hala aynı sayıda kütle parçacığına sahip, bunun için ne diyeceksiniz? Sizlerden Çekim II-1. Gün ödevlerini bir dahaki derse kadar yapmanızı istiyorum.

ÜNİTE 6

-İkinci Gün-

KONU: ÇEKİM II

KAVRAM YANILGILARI:

1. Büyük kütle, küçük kütleye küçük kütlelerin büyük kütleye uyguladığından daha büyük çekim kuvveti uygular.
2. Bir kütlelerin uyguladığı çekim kuvveti sadece kendi kütlelerine bağlıdır, üzerine çekim uyguladığı objenin kütlelerine değil.

SÜRE: 20 dakika

AMAÇLAR:

1. Öğrenciler, çekim konunun kütlelerin merkezleri arasındaki uzaklığın karesi ile ters orantılı olduğunu anlamalıdır. Çok küçük kütleli parçacıkların bile çekime maruz kaldığını anlamalıdır.
2. Öğrenciler, kütle ve uzaklığın değişken olduğu problemleri çözebilmelidirler.

MATERYALLER:

1. Tepegöz,
2. Ortası kare şeklinde kesilmiş büyük bir kağıt,
a- Ekrandaki kare şeklindeki alanı kapatacak büyüklükte kare kağıt.

SUNUŞ:

Bugünkü dersimize bir önceki günün ödevleri üzerinde biraz tartışarak başlamak istiyorum. Özellikle 2., 5. ve 6. sorular üzerinde duracağım.

Şimdi iki kütle arasındaki çekim kuvvetinin kütlelerle ilişkisini özetleyelim. Şekle dikkatlice bakın (şekil çizilecek). Buradaki kuvvet çizgileri sayısı ile kütle parçacığı arasındaki matematiksel bağıntı nedir? Evet, sizin de söylediğiniz gibi kuvvet çizgilerinin sayısı her objedeki kütle parçacığının sayısının çarpımıyla orantılıdır. Yani $F \propto m_1 m_2$.

Şimdi, çekim kuvvetini etkileyen başka bir değişkene geçiyoruz. Şekle bakınız. Bu şekil bir parçacığı uzaya fırlattığımızda çekim etkilerini gösterir. Şimdi beraberce bir demonstrasyon yapacağız. Tepegözün üzerini ortasında kare şeklinde bir kesik olan kağıt parçasıyla kapatıyorum. Ekrandaki aydınlık alanı kapatmak için şu kare şeklindeki kağıt parçasını kullanıyorum. Şimdi ekran ile tepegöz arasındaki mesafeyi iki katına çıkarıyorum ve görüyorum ki ekrandaki aydınlık bölgeyi kapatmak için artık 4 tane kare kağıda ihtiyacım var. Peki aradaki mesafeyi yarıya indirirsem sonuç ne olurdu. Burada, ışığın şiddetinin uzaklıkla değişmesini, çekim kuvvetinin uzaklıkla ilişkisine benzetebiliriz.

Şimdiye kadar çekimi açıklayan çeşitli modeller olduğunu açıkladık. Bunlar nelerdi, lastik band, yay vs. Bu modellerden hiçbiri çekimi tam olarak gözümüzde canlandırabilmemiz için yeterli değildir. Bu modellerin çoğunda aradaki mesafeyi arttırdığımızda kuvvet de artar, halbuki tam tersinin geçerli olduğunu gördük.

Çekim kuvveti ile ilgili bütün bunları öğrendikten sonra diyebiliriz ki, çekim kuvveti kütlelerin çarpımıyla doğru, kütlelerin merkezleri arasındaki uzaklığın karesi ile ters orantılıdır.

Şu şekle bakarak konuyu pekiştirebiliriz (şekil çizilecek). Burada unutmamanız gereken iki şey var:

- a- Bu üç boyuttaki bütün çekimsel etkileşim için geçerlidir.
- b- İki kütle arasındaki uzaklık daima bir kütlelerin merkezinden diğerinin merkezine olacak şekilde ölçülür.

Çekim II-2. Gün ödevlerini bir dahaki derse kadar yapmanızı istiyorum. Konuları tekrar etmeyi unutmayın lütfen.

ÜNİTE 7

-Birinci Gün-

KONU: EYLEMSİZLİK II

KAVRAM YANILGILARI:

1. Kütle ve ağırlık arasında fark yoktur.
2. Bir objenin ivmelenmeye karşı koyması (eylemsizlik) uzayda yoktur.
3. Uzayda veya sürtünmesiz ortamda büyük kütleli ivmelendirmek zor değildir.
4. Astronotlar yörüngede aşağı yukarı ağırlıksızdırlar çünkü o yükseklikte çekim kuvveti neredeyse sıfırdır.

SÜRE: 45 dakika

AMAÇLAR:

1. Öğrenciler, kütleli dolayısıyla eylemsizliğin varlığını anlamalıdır.
2. Öğrenciler, “harekete devam etme eğilimi” ile “geri tutma” eğiliminin çekim olmayan ortamlarda eşit olduğunu anlamalıdır.
3. Öğrenciler, yörüngedeki astronotların ağırlıksız olmadığını sadece ağırlıkları yokmuş gibi gördüğünü anlamalıdır.

MATERYALLER:

1. oylama kağıtları,
2. eylemsizlik II-birinci gün ödevleri.

SUNUŞ:

Bugünkü dersimize bir soru ile başlıyoruz. Şekle dikkatlice bakınız. Burada iki astronot uzayın derinliklerinde, Dünyadan çok uzaktadırlar. Bu iki astronot iki uyduyu uzay mekiklerine çekmektedirler. Birinci uydu 25 kg, ikinci uydu 15 kg'dır. Her iki astronot da uyduları kendilerine doğru 4-5 saniye boyunca çekip uyduların onlara doğru gelmesini sağlarlar. Burada, uydular uzay mekiğine doğru aynı ivme ile hareket etmektedir. Şimdi sorumuz şu: Kütleli daha büyük olan uydu üzerindeki kuvvet, küçük kütleli uydudan daha mı fazladır? Şu seçeneklerden sizce doğru olanı oylama kağıdına işaretleyip, size ne kadar anlamlı geldiğini yazınız.

- a- Büyük kütle üzerinde daha çok kuvvet olmalıdır.
- b- Büyük kütle üzerinde daha az kuvvet olmalıdır.
- c- Her iki kütle üzerindeki kuvvet de eşittir (3 dakika). Kaç kişi a şıkkı doğrudur dedi? Kaç kişi b şıkkı doğrudur dedi? Kaç kişi c şıkkı doğrudur dedi? Kaç kişi cevabının ona anlamlı geldiğini düşünüyor? Kaç kişi anlamsız geldiğini düşünüyor? Bu konuda hiçbir fikri olmayan kaç kişi

var? (Konuda eylemsizlik geçtiği anda “harekete devam etme eğilimi” ve “geri tutma” eğilimi tekrar edilecektir). Peki burada şu soru akla geliyor. “Uzayda eylemsizlik var mıdır?” Bu sorunun cevabını ders sonuna bırakalım

Diğer bir şekilde geçelim. Burada uzaydaki iki astronot büyük bir uzay istasyonunun dış duvarında yürüyor. Onlara doğru 20 km/s hızında 70.000 kg’lık uzay mekiği ile, aynı hızda 4 kg’lık bir uydu yaklaşmaktadır. Uzay mekiğini korumak için astronotlar kendilerini çarpışma noktasına yerleştirirler. Buna sebep olarak, bunun çok güvenli olduğunu çünkü uzayda ağırlığın olmadığını savunurlar. Size hangi astronot daha güvencedir. Şu şıklardan doğru olanı işaretleyiniz:

- a- Kendisine uydu çarpan astronot daha güvencedir.
- b- Uzay mekiği çarpan astronot daha güvencedir.
- c- Her ikisi de güvencedir (10 dakika).

Başka bir soruya geçiyorum. Şekle dikkatlice bakınız. İki su tankı bir uzay mekiğine doğru yaklaşmaktadır. Birinci su tankı 25 kg, 2. su tankı 5 kg’dır ve içi boştur. Her iki tank da aynı hızla hareket etmekte ve mekiğe aynı anda ulaşmaktadır. Tankları durdurmak için gerekli olan kuvvetlerden, 2. tank için uygulanan kuvvet;

- a- daha büyük
- b- daha küçük
- c- eşit
- d- sıfır

Şıklarından hangisi doğrudur, cevaplarınızı, size ne kadar anlamlı geldiği ile birlikte oylama kağıtlarına yazınız (10 dakika).

Şimdi, bu örneği bir önceki örnekle ve daha sonra ilk verdiğimiz astronotların uyduları çektiği örnekle karşılaştıralım. Bu örnekler birbirine benziyor mu? Daha önce de öğrendiğimiz gibi “aşağı çekme eğilimi” yani çekim eylemsizliğinin sebebi değildir, değil mi? Peki öyleyse, şöyle bir soru sormak istiyorum. Uzayda bir roketi durdurmak için bir kuvvet gerekli midir? Evet, aksi halde sabit hızla hareketine devam edecektir, değil mi? (10 dakika)

Dersimizin sonunda şöyle bir özet yapabiliriz. “geri tutma” ve “harekete devam etme eğilimi” çekimden kaynaklanmamaktadır ve dünyada olduğu gibi uzayda da aynıdır.

Eylemsizlik II-birinci gün ödevlerini yapmayı lütfen unutmayınız.

ÜNİTE 7

-İkinci Gün-

KONU: EYLEMSİZLİK II

KAVRAM YANILGILARI:

SÜRE: 55 dakika

AMAÇLAR:

1. Öğrenciler, dünyanın nesnelere çekmesi ile uzay mekiğindeki astronotların nesnelere çekmesi arasındaki benzerliği kurabilmelidir.
2. Öğrenciler, farklı kütlelerdeki cisimlerin neden aynı ivmelerle düştüğünü açıklayabilmelidirler.

MATERYALLER:

1. Hafif ve ağır objeler,
2. Oylama kağıtları,
 - a- Eylemsizlik II – 2. Gün ödevleri.

SUNUŞ:

Dersimize başlamadan önce 1. Günün ödevleri hakkında tartışmak istiyorum. Hangi sorularda zorlandınız, sormak istediğiniz bir şey var mı? (5 dakika). Şimdi bugünkü dersimize geçebiliriz. Gördüğümüz gibi biri ağır diğeri hafif iki obje alıyorum. İkisini de aynı yükseklikten, aynı anda bırakıyorum. Ne gözlemlediniz? Tekrar deneyelim. Sizce bu şekildeki seçeneklerden hangisi doğru. Evet, ikisi de yere aynı anda düştüler, değil mi? Deneyi bir de kağıt ile yapalım. Bir sayfa ve bu kütlelerden birini alıyorum. İkisini de aynı anda bıraktım. Neden aynı anda düşmediler? Evet, çünkü hava sürtünmesi kağıda daha çok etkir. Burada, hava sürtünmesi daha yoğun objelere daha az etkir, denilebilir.

Sizce bu yaptığımız deneyde her iki objeye de farklı kuvvetler mi etkidi yoksa aynı kuvvetler mi?

- a- her ikisine de aynı kuvvet etkir,
- b- farklı kuvvetler etkir,

Şıklarından hangisi doğru? Cevaplarınızı, size ne kadar anlamlı gelip gelmediği ile birlikte oylama kağıdına yazınız. Her ikisine de aynı kuvvet etkir cevabı verenler, cevaplarını açıklayabilirler mi? (10 dakika)

Şimdi diğeri bir demonstrasyona geçelim. Gördüğümüz gibi farklı kütlelerde iki obje var, bunları aynı ivme ile ivmelendireceğiz. Bunları aynı noktadan harekete başlatıp aynı noktada durduracağım. Bunu denemek isteyen var mı? Kuvvetin durumu hakkında ne söyleyebiliriz? Neden objelerden biri için daha fazla kuvvet

gerekir? Evet, buradan çıkardığımız sonuç şu oldu: “Ağır objeler daha fazla kuvvet gerektirir, çünkü daha fazla eylemsizliğe sahiptir” (15 dakika).

Şimdi dersin başında yaptığımız deneye dönelim. Neden farklı kütledeki objeler aynı anda yere düşüyordu? Bu sorunun cevabını biraz önce yaptığımız deneye göre düşünelim. Tahtadaki şekle bakmanızı istiyorum. Şunu anladık ki hafif objeler ağır objelerle aynı anda düşerler, fakat üzerlerine etkiyen kuvvet farklıdır. Bunu ders sonuna kadar çözebileceğinizi umarım, dersin sonunda daha iyi anlayacaksınız. (5 dakika).

Bir diğer şeklimize geçelim. Dünyaya 20 mil uzaklıktan bir Mercedes ve bir motorsiklet bırakılıyor. Mercedes, motorsikletin kütlelerinin 10 katıdır. Hava sürtünmesi ihmal edilecektir. Burada, eğer Dünyanın çekim gücü olmasaydı, bu iki obje düşmeyecekti, değil mi?

Şu şıklardan doğru olanı, size ne kadar anlamlı geldiği ile birlikte oylama kağıdına işaretleyiniz:

- a- motosikleti daha güçlü çekmem gerekirdi.
- b- b-mercedesi daha güçlü çekmem gerekirdi.
- c- mercedes ve motosikleti aynı güçlükte çekmem gerekirdi (10 dakika).

Daha önce gördüğümüz astronotların uyduları çekmesi problemini hatırlayalım. Şimdi sizden bu astronotların uyduları çekmesi ile Dünyanın Mercedes ve motosikleti çekmesi arasındaki benzerliği kurmanızı istiyorum. Yanınızdaki arkadaşınızla beraber düşünerek Mercedes ve motosikletin düşmesi ile astronotların uyduları çekmesi arasındaki benzerliğin ne olduğunu bulmanızı istiyorum (5 dakika). Bulduğunuz sonucu arkadaşlarınızla da paylaşınız.

Şu şekle yeniden bakalım. Daha büyük obje düşerken üzerinde daha büyük kuvvet vardı, ama aynı ivme ile düştüler. Daha fazla kuvvet olmasının sebebi daha fazla eylemsizliğe sahip olmasıydı. Yani burada şu sonuç çıktı “Büyük kütleli ivmelendirmek için daha büyük kuvvet gerekir”.

Dersimiz burada bitti, Eylemsizlik II – İkinci gün ödevlerini yapmayı unutmayınız.

ÜNİTE 8

-Birinci Gün-

KONU: NEWTON'UN ÜÇÜNCÜ KANUNU

KAVRAM YANILGILARI:

1. İki nesne çarpıştıklarında, büyük kütleli olan daha büyük bir kuvvet uygular.
2. Bir cisim diğerini ivmelendirdiğinde, temas kuvvetleri aynı değildir.
3. Nesnelar içlerinde dönme etkisinden kaynaklanan bir kuvvet bulundurabilirler.

SÜRE: 40 dakika

AMAÇLAR:

1. Öğrenciler, temas halindeki cisimler arasındaki kuvvetlerin eşit fakat zıt yönlü olduğunu anlamalıdır.
2. Öğrenciler, ağırlıkları ihmal edilebilir yayların iki ucundaki kuvvetlerin değerinin hareket halinde olduklarında dahi eşit olduğunu anlamalıdır.

MATERYALLER:

1. hareketli arabalar,
2. bir büyük yay,
3. bir çift benzer yay,
4. bir çift farklı yay,
5. ödev kağıtları,
6. oylama kağıtları.

SUNUŞ:

Bugün konumuz, hareket kanunlarının incelenmesi. Konu ile ilgili ilk örneğimiz ise ivmelenecek ilerleyen bir araba ile ilgili. Arabanın şeklini tahtaya çiziyorum. Sizce bu durumda, arabanın sağında ve solundaki kuvvetlerin değerleri hakkında ne söylenebilir? Peki eğer araba sabit ivme ile ilerliyor olsaydı, üzerindeki kuvvetlerin büyüklükleri ile ilgili ne söylenebilirdi? (tartışma için 3-4 dakika).

Daha önceki ünitelerimizde, temas halinde olan nesneların uyguladıkları kuvvetler hakkında çalışmıştık. Bugün ise temas halindeki nesneların hareketi durumunda, kuvvetlerin bundan nasıl etkileneceğini göreceğiz.

İlk oylamamız, birbirine yayla bağlanmış iki arabanın, iki ayrı yöne doğru çekilmesiyle ilgili (şekil çizilecek). Sizce bu durumda, arabaların yaya uyguladıkları kuvvetlerin büyüklükleri hakkında ne söylenebilir? Lütfen cevaplarınızı oylama kağıtlarınızın üzerine işaretleyin.

Şimdi yay örneğimize geri dönüyoruz. Yayı iki elimizin arasına alarak sıkıştırıyoruz. Yay sıkışıp, hareketinin sona erdiği noktada, iki uçtan elimize

uyguladığı kuvvetin büyüklükleri hakkında ne söylenebilir? Sizce bu yeni durum, daha önceki yayla bağlanmış arabalar örneği ile birbirine benziyor mu, yoksa tamamen farklı mı?

Şimdi ikisi de hareket halinde olan arabaların çarpışmalarını izleyelim (çarpışma hakkındaki konuşmalara izin verilecek ve 3-4 dakika beklenecek). Bu kez elimizde biri durmakta, diğeri hareket halinde olan iki tane volkswagen var ve bu iki araba çarpışıyor (şekil çizilecek). Sizce bu çarpışmada hangi araba daha büyük bir kuvvet uygulamıştır? Lütfen cevaplarınızı oylama kağıtınızın üzerine işaretleyin.

Şimdi elimde birbirinin eşi iki yay var, ben de aralarına bir parça tahta yerleştirdikten sonra, bir elimi hiç kıpırdatmadan, diğeri elimle sıkıştırmaya başlıyorum. Sizce hangi taraftaki yay daha fazla sıkışır? Hareket eden taraftaki mi, duran taraftaki mi? Yoksa iki yaydaki sıkışma miktarı da aynı mıdır? Şimdi cevabı görmek için yayı bir tarafından bastırarak sıkıştıralım. Hangi cevap doğruymuş? Peki, bu durumda sizce hangi elimize daha fazla kuvvet uygulanmaktadır?

Yeni örneğimiz oldukça ilginç. Bu kez biri duran, diğeri hareket halindeki volkswagenlerimizin önlerine birer yay yerleştiriyoruz. Çarpışma, arada bu yaylar varken gerçekleşiyor. Şekli tahtaya şöyle çizebiliriz (şekil çizilecek). Şimdi sıra yine oylamada. Sizce bu durumda hangi yay daha fazla sıkışır? Duran arabadaki mi?, hareket eden arabadaki mi? Yoksa her iki sıkışma miktarı da eşit midir? Lütfen cevaplarınızı oylama kağıtlarına işaretleyin. Peki sizce hangi araba üzerine daha fazla kuvvet uygulanmaktadır? Lütfen bu sorunun da cevabını oylama kağıtlarına işaretleyin. Sizce bu yeni durumla yay örneği arasında bir bağlantı kurulabilir mi?

Bugün son olarak sizden, dağıttığım boş kağıtlara, kendi cümlelerinizle, iki arabanın uyguladığı kuvvetlerin nasıl eşit olabileceğini yazmanızı istiyorum. Cümlelerinizde “yay” ve “sıkışma” kelimelerini kullanmanız sizin için faydalı olabilir. Konu ile ilgili hazırlanmış ödev sorularını veriyorum. Ödev soruları ile ilgili soruları olanlar gelecek derste sorabilirler. Teşekkür ederim.

ÜNİTE 8

-İkinci Gün-

KONU: NEWTON'UN ÜÇÜNCÜ KANUNU

KAVRAM YANILGILARI:

1. İki nesne çarpıştıklarında, büyük kütleli olan daha büyük bir kuvvet uygular.
2. Bir cisim diğerini ivmelendirdiğinde, temas kuvvetleri aynı değildir.
3. Nesnelere içlerinde dönme etkisinden kaynaklanan bir kuvvet bulundurabilirler.

SÜRE: 30 dakika

AMAÇLAR:

1. Öğrenciler, cisimler arasında temasların (çarpışmaların), sonsuz kez tekrarlandığını anlamalıdır.
2. Öğrenciler, nesnelere hızlarının ve nesnelere arası kuvvetlerin nasıl değiştiği hakkında düşünmelidirler.
3. Öğrenciler, yay maksimum sıkıştığında kuvvetlerin en büyük değerlerine ulaştığı ve eşit olduğu hissini geliştirmelidirler.
4. Öğrenciler, A'nın B üzerindeki kuvveti ile, B'nin A üzerindeki kuvvetinin çarpışma sırasında daima eşit olduğunu anlamalıdır.

MATERYALLER:

1. hareketli arabalar,
2. çarpışma analizleri aktiviteleri,
3. iki tuğla,
4. cetvel,
5. ödev kağıtları.

SUNUŞ:

Bugün özellikle ödev sorularında karşılaştığınız zorluklarla ilgilenmek istiyorum. Ödev kağıtlarındaki güçlü ve zayıf yaylarla ilgili soruyu bir kez de ben burada çözeceğim.

Size hatırlatmak istediğim bir başka örnek çarpışma sırasında kırılıp yok olan nesnelere ilgili. Bu gibi durumlarda dikkat etmeniz gereken, çarpışmayı ağır çekimdeymiş gibi görmeye çalışmak ve tam çarpışma olduğunda cismin kırılma anını yakalamaktır. Şimdi size ders aktivitelerinizi dağıtıyorum. Lütfen her soruda ne olduğunu ağır çekimde gibi görmeye çalışın. Bitmeyen aktiviteleri, ödevlerinizle birlikte alın ve anlamadığınız yerleri sorun. Teşekkür ederim.

APPENDIX B

MECHANICS MISCONCEPTION TEST

B1. PRE MMT AND ANSWER KEY

Ad:
Soyad:

MEKANİK KONULARI KAVRAM YANILGILARI TESTİ:

Bu test mekanik konusundaki kavramlar ile ilgili olarak bulunduğunuz seviyeyi tespit etmek için hazırlanmıştır. 7 sayfada toplam 28 soru bulunmaktadır. Soruları cevaplarırken aşağıdaki noktaları göz önüne alınız;

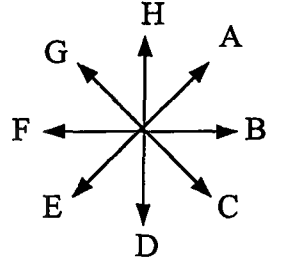
- Adınızı ve soyadınızı soru kitapçığının ayrılmış olan kısmına yazmayı unutmayınız. Adınız ve soyadınız sadece analiz sırasında karışıklık olmasın diye alınmaktadır. Bu testten alacağınız not hiçbir şekilde ders notunuzu kötü yönde etkilemeyecektir.
- Soruları dikkatlice okuduktan sonra size en doğru görünen seçeneği soru kitapçığının üzerine kurşun kalem ile işaretleyiniz.
- Bütün soruları cevaplayınız.
- Yanlış cevaplar doğruyu götürmemektedir.
- Seçeneklerinin tam olarak sorunun cevabını yansıtmadığını düşündüğünüz sorular varsa o soruya yeni bir seçenek ekleyip cevabınızı yazabilirsiniz.
- Soru kitapçığı üzerindeki boş alanları müsvette olarak kullanabilirsiniz.
- Sınav süresi 40 dakikadır.

Başarılar!

1. Doğum Yılı (Örn: 1985):
2. En son aldığınız fizik dersindeki karne notunuz:
3. Fizik derslerini severim:

- (A) Kesinlikle katılıyorum
 (B) Katılıyorum
 (C) Kararsızım
 (D) Katılmıyorum
 (E) Kesinlikle katılmıyorum

- * Yandaki şekle göre, 4. ve 5. sorulardaki boş yerlere uygun harfleri yazınız.

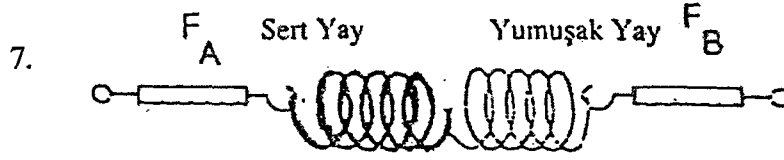


Spor bir araba şeklindeki gibi son hızında hareket etmektedir. Şoför frene basınca araba kaymadan yavaşlamaya başlamıştır. Buna göre:

4. Yolun tekerlekler üzerinde neden olduğu sürtünme kuvvetinin yönü yukarıdaki şekilde hangi harfle belirtilmiştir?
5. Tekerleklerin yol üzerine etki ettirdiği sürtünme kuvvetinin yönü yukarıdaki şekilde hangi harfle belirtilmiştir?
6. Masanın üzerinde bir kitap durmaktadır. Sizce, aşağıdaki kuvvet veya kuvvetlerden hangisi/leri bu kitabın üzerine etki ediyor olabilir?

- I. Aşağı yönlü yer çekimi kuvveti
- II. Masanın uyguladığı yukarı yönlü kaldırma kuvveti
- III. Aşağı yönlü net hava basıncı kuvveti
- IV. Yukarı yönlü net hava basıncı kuvveti

- (A) Sadece I
 (B) I ve II
 (C) I, II, ve III
 (D) I, II, ve IV
 (E) Hiçbiri. Kitap durgun ve hareketsiz olduğundan üzerine herhangi bir kuvvet etkimemektedir.



Şekilde gösterildiği gibi, soldaki sert yay ile sağdaki yumuşak yayın çekilmesinde iki adet kuvvet ölçerden yararlanılmıştır. Bu duruma göre, kuvvet ölçerlerin gösterdiği değerlerle ilgili hangi seçenek doğrudur?

- (A) F_A , F_B 'den fazla göstermektedir.
- (B) F_B , F_A 'dan fazla göstermektedir.
- (C) Her ikisi de eşit değerler göstermektedir.
- (D) Her ikisi de sıfırı göstermektedir.

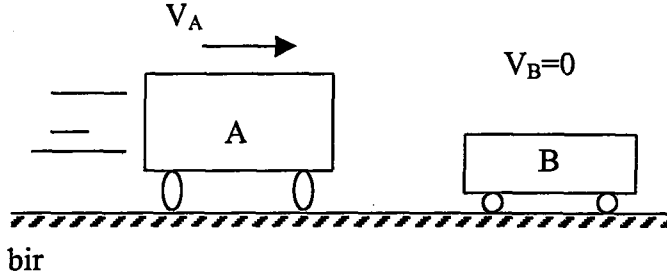
* Aşağıdaki durumu göz önünde bulundurarak 8. ve 9. sorulara cevap veriniz.

Büyük bir kamyon yolun ortasında bozulunca yardımına küçük bir araba yetişiyor. Bu araba, kamyonu arkadan iterek en yakın tamirciye ulaştırmaya çalışıyor.

8. Araba kamyonu iterken son hızına ulaşabilmek için düzenli olarak hızlanıyor. Hızlanma esnasında aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?
- (A) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet ile kamyonun arabaya karşı uyguladığı kuvvet eşittir.
 - (B) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet, kamyonun arabaya karşı uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.
 - (C) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet, kamyonun arabaya karşı uyguladığı kuvvetten daha küçüktür.
 - (D) Arabanın motoru çalıştığından ve kamyonu ittiğinden kamyonu kuvvet uygular, oysaki kamyonun motoru çalışmıyor, dolayısıyla arabaya karşı bir kuvvet uygulamaz, kamyon arabanın önünde olduğundan dolayı sadece ilerler.
 - (E) Ne araba, ne de kamyon birbirlerine kuvvet uygular. Kamyon arabanın önünde olduğundan sadece ilerler.
9. Araba istenilen hıza ulaştığında, sürücü sabit hızla hareketine devam ederken aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?
- (A) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet ile kamyonun arabaya karşı uyguladığı kuvvet eşittir.
 - (B) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet, kamyonun arabaya karşı uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.
 - (C) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet, kamyonun arabaya karşı uyguladığı kuvvetten daha küçüktür.
 - (D) Arabanın motoru çalıştığından ve kamyonu ittiğinden kamyonu kuvvet uygular, oysaki kamyonun motoru çalışmıyor, dolayısıyla arabaya karşı bir kuvvet uygulamaz, kamyon arabanın önünde olduğundan dolayı sadece ilerler.
 - (E) Ne araba, ne de kamyon birbirlerine kuvvet uygular. Kamyon arabanın önünde olduğundan sadece ilerler.

10. Bir sabah kalktığınızda dünyanın bütün atmosferini kaybettiğini (bütün havanın yok olduğunu) varsayalım. O sabah, herhangi normal bir banyo baskülüyle tartıldığınızda aşağıdakilerden hangisini beklersiniz?
- (A) Tartının sıfırı göstermesini
 (B) Tartıda gözüken değer artmasını
 (C) Tartıda gözüken değer azalmasını
 (D) Tartıda gözüken değer değişmemesini
 (E) Olaya tepki olarak önce değer artmasını sonra azalmasını
11. Eğer banyo baskülüyle evinizde değil de çok daha yüksek bir binanın veya bir dağın üstünde tartılmış olsaydınız aşağıdaki seçeneklerden hangisinin doğru olmasını beklerdiniz?
- (A) Tartının sıfırı göstermesini
 (B) Tartıda gözüken değer artmasını
 (C) Tartıda gözüken değer azalmasını
 (D) Tartıda gözüken değer değişmemesini
 (E) Olaya tepki olarak önce değer artmasını sonra azalmasını
12. Ali 80kg Ahmet ise 40kg'dır. Her ikisi de tekerlekli sandalyeler üzerinde oturmaktadırlar. Kütleleri büyük olan öğrenci ayaklarını diğerinin dizlerine koyup, birden itmektir. Bunun sonucu olarak, ikisinin de hareket ettiği gözlenmiştir. Öğrencilerin birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerle ilgili aşağıdaki karşılaştırmalardan hangisi doğrudur?
- (A) Hiçbiri birbirine kuvvet uygulamamıştır.
 (B) Sadece Ali Ahmet'e kuvvet uygular.
 (C) Ahmet'in uyguladığı kuvvet Ali'nin uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.
 (D) Ali'nin uyguladığı kuvvet Ahmet'in uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.
 (E) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit büyüklüktedir.
13. Dünya, eksenini etrafında daha hızlı dönmeye başlayıp 24 saat yerine 12 saatte bir dönüşünü tamamlamaya başlasaydı, dünyanın çekim kuvveti ile ilgili aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğru olurdu?
- (A) Vücudumuzun üzerindeki dünyanın çekim kuvveti 2 kat artardı.
 (B) Vücudumuzun üzerindeki dünyanın çekim kuvveti 2 kat azalardı.
 (C) Vücudumuzun üzerindeki dünyanın çekim kuvveti bir miktar artardı.
 (D) Vücudumuzun üzerindeki dünyanın çekim kuvveti bir miktar azalardı.
 (E) Vücudumuzun üzerindeki dünyanın çekim kuvveti değişmezdi.

* Aşağıdaki şekle göre 14. ve 15. soruları çözünüz.



A arabası sürtünmesiz bir masada hareket etmektedir. Aynı masa üzerinde, şekildeki gibi durmakta olan kendisinden daha az kütleli B arabasına çarpmaktadır.

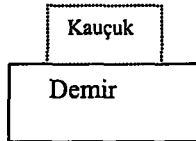
14. Çarpışma esnasında B arabasının ivmelenmesine aşağıdakilerden hangisi neden olmuştur?

- (A) A'nın içindeki kuvvet
- (B) B'nin içindeki kuvvet
- (C) A'nın B'nin üzerindeki kuvveti
- (D) B'nin momentum kuvveti
- (E) A'nın eylemsizlik kuvveti

15. Arabalar çarpışıp ayrıldıktan sonra B arabasının hareketine devam etmesini aşağıdakilerden hangisi sağlamaktadır?

- (A) A'nın içindeki kuvvet
- (B) B'nin içindeki kuvvet
- (C) A'nın B'ye verdiği kuvvet
- (D) A'nın B'nin üzerindeki kuvveti
- (E) B'nin momentum kuvveti
- (F) B'nin eylemsizlik kuvveti
- (G) Bir sebep olmasına gerek yoktur.

16.



Yandaki şekil, demir bir kutuyla üzerinde durmakta olan kauçuk bir kutuyu göstermektedir. Buna göre aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

- (A) Demir kutu kauçuk olana kuvvet uygulamaz.
- (B) Kauçuk kutu demir kutuya kuvvet uygulamaz.
- (C) Demir kutu kauçuk olana daha fazla kuvvet uygular.
- (D) Kauçuk kutu demir kutuya daha fazla kuvvet uygular.
- (E) Her iki kutuda birbirine eşit kuvvet uygular.
- (F) Her ikisi de birbirine kuvvet uygulamaz.

17. Ağır kaya parçalarıyla tamamen dolu bir kamyon 1 lt su şişesinden 1 metre uzağa park edilmiştir. Bu duruma göre, kamyon ile su şişesinin birbirine uyguladıkları kuvvetler ile ilgili aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

- (A) Yalnız kamyon suya çekim kuvveti uygulamaktadır.
- (B) Yalnız su kamyonu çekim kuvveti uygulamaktadır.
- (C) Ne su ne de kamyon birbirlerine çekim kuvveti uygular.
- (D) Her ikisi de birbirine eşit çekim kuvveti uygular.
- (E) Kamyon sudan daha fazla çekim kuvveti uygulamaktadır.

18. Sema bir kay kay'ın üzerinde oturmaktadır. Serdar 20 N'luk sabit bir kuvvetle Sema'yı çekerse Sema'nın hareketi için ne söylenebilir? (Sema kay kaydan düşmeyecek şekilde ortamdaki bütün sürtünmeler önemsizdir)

- (A) Sabit hızla hareket eder.
- (B) Sabit ivme ile hızlanır.
- (C) Artan bir ivme ile hızlanır.
- (D) Önce hızlanır sonra sabit hızla hareket eder.

19. Bir önceki soruda, eğer Sema'nın kütlesi olduğundan 10kg daha büyük olsaydı, Sema'nın hareketi için aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğru olurdu?

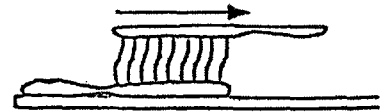
- (A) Daha küçük sabit bir hızla hareket ederdi.
- (B) Daha büyük sabit bir hızla hareket ederdi.
- (C) Daha küçük bir ivme ile hareket ederdi.
- (D) İvmesi değişmezdi.
- (E) Daha büyük bir ivme ile hareket ederdi.
- (F) Ortam sürtünmesiz olduğu için hızı değişmezdi.

20.

Çekilmeden önce



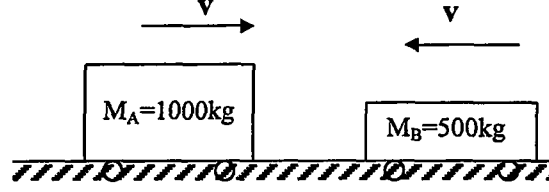
Çekilirken



Birbirinin aynısı olan iki adet saç fırçası şekilde gösterildiği gibi durmaktadır. Üstte durmakta olan fırça sağa doğru çekilirken, fırçaların birbirlerine uyguladıkları kuvvetler için ne söylenebilir?

- (A) Kuvvet uygulamazlar.
- (B) Üstteki alttakine sağa doğru, alttaki de üstekine sağa doğru kuvvet uygular.
- (C) Üstteki alttakine sağa doğru, alttaki de üstekine sola doğru kuvvet uygular
- (D) Üstteki alttakine sola doğru, alttaki de üstekine sağa doğru kuvvet uygular
- (E) Üstteki alttakine sağa doğru kuvvet uygularken alttaki üstekine kuvvet uygulamaz.
- (F) Üstteki alttakine sola doğru kuvvet uygularken alttaki üstekine kuvvet uygulamaz.

21.



Şekildeki arabalar sürtünmesiz masa üzerinde şekilleri bozulmadan çarpışmaktadır. Çarpışma esnasında, arabaların birbirlerine uyguladıkları kuvvetler ile ilgili aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

- (A) A arabası büyük olduğundan B arabasına daha fazla kuvvet uygular.
 (B) A arabası daha kütleli olduğundan B arabasına daha fazla kuvvet uygular.
 (C) B arabası küçük olmasına rağmen A arabasına daha fazla kuvvet uygular.
 (D) Cansız varlık olduklarından birbirlerine kuvvet uygulamazlar.
 (E) Her ikisi de birbirine eşit kuvvet uygular.

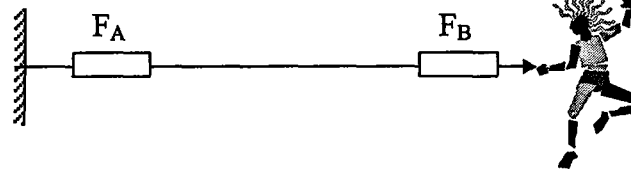
22. Atılğan uzay gemisi uzayın derinliklerinde bozulmuştur. Kütlece 30'da biri büyüklüğünde bir uzay mekiği yardımına yetişip roketleri yardımıyla Atılğan Gemisini sabit 1 N'luk kuvvetle ileri doğru hareket ettirmeye çalışmaktadır. Buna göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- (A) Uzay mekiği Atılğan gemisini rahatça çekebilir çünkü uzayda ağırlık kavramı yoktur.
 (B) Uzay mekiği Atılğan gemisini sadece yavaşça ivmelendirebilir çünkü Atılğan gayet kütleli bir araçtır.
 (C) Uzay mekiği Atılğan gemisini harekete başlatamayacak kadar küçüktür.

23. Bir önceki soruda, Atılğan gemisinin kütlesi olduğundan çok daha küçük olsaydı aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğru olurdu?

- (A) Uzay mekiği Atılğan'ı daha rahat ivmelendirebilirdi.
 (B) Uzay mekiği Atılğan'ı daha zor ivmelendirebilirdi.
 (C) Uzay mekiği Atılğan'ı uzayda olduğu için aynı zorlukta ivmelendirirdi.
 (D) Uzay mekiği Atılğan'ı aynı zorlukta ivmelendirirdi çünkü hafif aracın roket gücü (çekme) değişmemiştir.

24.



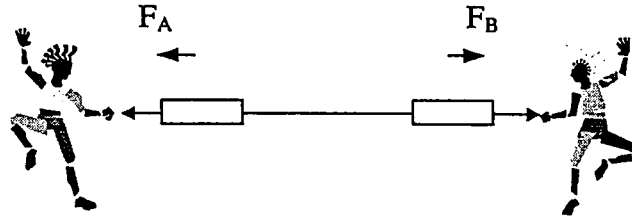
100 N'luk kuvvet uygulayabilen bir kişi bir ucu duvara bağlı olan ipi şekildeki gibi çekmektedir. İpin, biri duvara diğeri ise kişiye yakın olmak üzere

iki ucuna kuvvet ölçerler yerleştirilmiştir. Buna göre F_A ve F_B 'nin göstereceği değerleri aşağıdaki boşluklara yazınız.

$$F_A = \dots\dots\dots N$$

$$F_B = \dots\dots\dots N$$

25.



Şekilde gösterildiği gibi A ve B kişileri bir ipin ucundan 100'er N'luk kuvvetle çekebilmektedir. İpin her iki ucuna kişilere yakın olarak kuvvet ölçerler yerleştirilmiştir. Kuvvet

ölçerlerin göstereceği değerleri aşağıdaki boşluklara yazınız.

$$F_A = \dots\dots\dots N$$

$$F_B = \dots\dots\dots N$$

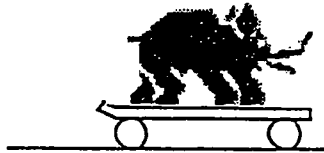
26. Spor salonundan çıkarken iki fizikçi arkadaş kapıdaki tartıyla tartılmaya karar verirler. Biri 80kg diğeri 90kg gelir. Bu ölçülen 80 kg ve 90 kg değerleri aşağıdakilerden hangisinin karşılığıdır?

- (A) Kütle
- (B) Basınç
- (C) Ağırlık
- (D) Yerçekimi ivmesi
- (E) Yerçekimi kuvveti

27. Uzay mekiği Challenger dünyadan uzakta dünyanın etrafında uzayda bir yörüngededir. Mekikteki astronot Yuri Gagarin'in ağırlığı için ne söylenebilir?

- (A) Yerçekimi kuvveti o yükseklikte sıfır olduğundan ağırlıksızdır.
- (B) Yerçekimi kuvveti o yükseklikte çok küçük olduğundan neredeyse ağırlıksızdır.
- (C) Yerçekimi kuvveti o yükseklikte biraz azalmakta ama yine de ağırlıksızdır.
- (D) Yerçekimi kuvveti o yükseklikte biraz azalmakta dolayısıyla ağırlığı pek değişmez.
- (E) Yerçekimi kuvveti o yükseklikte değişmemekte dolayısıyla aynı ağırlıktadır.

28.



Sirk gösterisinde sevimli palyaçomuz Samuel dev kızak yardımıyla irice bir Fili buzlu bir yüzeyde çekmektedir. Samuel'in bu gösterisiyle alakalı aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

- (A) Palyaçonun iri filin üzerinde bulunduğu kızakı durdurması onu hareket ettirmesinden daha kolaydır.
- (B) Palyaçonun iri filin üzerinde bulunduğu kızakı durdurması onu hareket ettirmesinden daha zordur.
- (C) Palyaço iri filin üzerinde bulunduğu kızakı durdururken ve hareket ettirmeye başlarken de aynı derecede zorlanır.

ANSWER KEY: 4F, 5B, 6B/D, 7C, 8A, 9A, 10D, 11D, 12E, 13E, 14C, 15G, 16E, 17D, 18B, 19C, 20C, 21E, 22B, 23A, 24F_A=100N/F_B=100N, 25F_A=100N/F_B=100N, 26A, 27C, 28C.

B2. POST MMT AND ANSWER KEY

Ad:
Soyad:

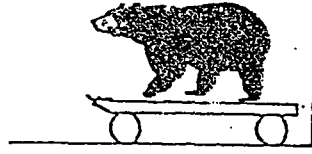
MEKANİK KONULARI KAVRAM YANILGILARI TESTİ:

Bu test mekanik konusundaki kavramlar ile ilgili olarak bulunduğunuz seviyeyi tespit etmek için hazırlanmıştır. 7 sayfada toplam 25 soru bulunmaktadır. Soruları cevaplarken aşağıdaki noktaları göz önüne alınız;

- Adınızı ve soyadınızı soru kitapçığının ayrılmış olan kısmına yazmayı unutmayınız. Adınız ve soyadınız sadece analiz sırasında karışıklık olmasın diye alınmaktadır. Bu testten alacağınız not hiçbir şekilde ders notunuzu kötü yönde etkilemeyecektir.
- Soruları dikkatlice okuduktan sonra size en doğru görünen seçeneği soru kitapçığının üzerine kurşun kalem ile işaretleyiniz.
- Bütün soruları cevaplayınız.
- Yanlış cevaplar doğruyu götürmemektedir.
- Soru kitapçığı üzerindeki boş alanları müsvette olarak kullanabilirsiniz.
- Sınav süresi 40 dakikadır.

Başarılar!

1.



Açılış gösterisinde sihirbaz Mandrake dev kızak yardımıyla irice bir ayıyı buzlu bir yüzeyde çekmektedir. Mandrake'nin bu gösterisiyle alakalı aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

- (A) Sihirbazın iri ayının üzerinde bulunduğu kızığı durdurması onu hareket ettirmesinden daha kolaydır.
 (B) Sihirbazın iri ayının üzerinde bulunduğu kızığı durdurması onu hareket ettirmesinden daha zordur.
 (C) Sihirbaz iri ayının üzerinde bulunduğu kızığı durdururken ve hareket ettirmeye başlarken de aynı derecede zorlanır.

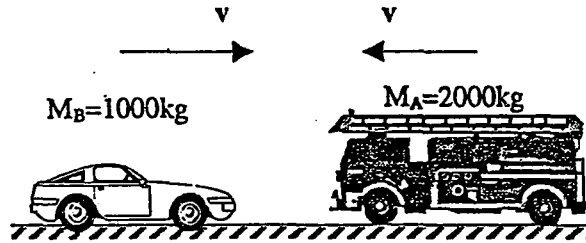
2. Lale bir kay kay'ın üzerinde oturmaktadır. Arkadaşı 20 N'luk sabit bir kuvvetle devamlı olarak Lale'yi çekerse Lale'nin hareketi için ne söylenebilir? (Lale kay kaydan düşmeyecek şekilde ortamdaki bütün sürtünmeler önemsizdir)

- (A) Sabit hızla hareket eder.
 (B) Sabit ivme ile hızlanır.
 (C) Artan bir ivme ile hızlanır.
 (D) Önce hızlanır sonra sabit hızla hareket eder.

3. Bir önceki soruda, eğer Lale'nin kütlesi olduğundan 10kg daha büyük olsaydı, Lale'nin hareketi için aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğru olurdu?

- (A) Daha küçük sabit bir hızla hareket ederdi.
 (B) Daha büyük sabit bir hızla hareket ederdi.
 (C) Daha küçük bir ivme ile hareket ederdi.
 (D) İvmesi değişmezdi.
 (E) Daha büyük bir ivme ile hareket ederdi.
 (F) Ortam sürtünmesiz olduğu için hızı değişmezdi.

4.

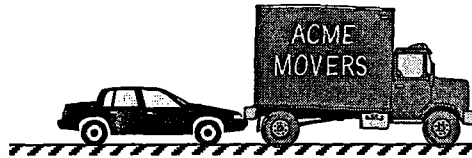


Şekildeki araçlar sürtünmesiz bir yol üzerinde eşit hızla giderken şekilleri bozulmadan çarpışmaktadır. Çarpışma esnasında, araçların birbirlerine uyguladıkları kuvvetler ile ilgili aşağıdaki

seçeneklerden hangisi doğrudur?

- (A) A aracı büyük olduğundan B aracına daha fazla kuvvet uygular
 (B) A aracı daha kütleli olduğundan B aracına daha fazla kuvvet uygular
 (C) B aracı küçük olmasına rağmen A aracına daha fazla kuvvet uygular
 (D) Cansız varlık olduklarından birbirlerine kuvvet uygulamazlar
 (E) Her ikisi de birbirine eşit kuvvet uygular

* Aşağıdaki durumu göz önünde bulundurarak 5. ve 6. sorulara cevap veriniz.



Büyük bir kamyon yolun ortasında bozulunca yardımına küçük bir araba yetişiyor. Bu araba, kamyonu arkadan iterek en yakın tamirciye ulaştırmaya çalışıyor.

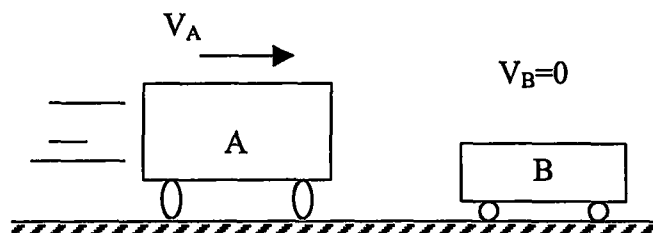
5. Araba kamyonu iterken son hızına ulaşabilmek için düzenli olarak hızlanıyor. Hızlanma esnasında aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

- (A) Ne araba, ne de kamyon birbirlerine kuvvet uygular. Kamyon arabanın önünde olduğundan sadece ilerler.
- (B) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet, kamyonun arabaya karşı uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.
- (C) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet, kamyonun arabaya karşı uyguladığı kuvvetten daha küçüktür.
- (D) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet ile kamyonun arabaya karşı uyguladığı kuvvet eşittir.
- (E) Arabanın motoru çalıştığından ve kamyonu ittiğinden kamyonu kuvvet uygular, oysaki kamyonun motoru çalışmıyor, dolayısıyla arabaya karşı bir kuvvet uygulamaz, kamyon arabanın önünde olduğundan dolayı sadece ilerler.

6. Araba istenilen hıza ulaştığında, sürücü sabit hızla hareketine devam ederken aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

- (A) Ne araba, ne de kamyon birbirlerine kuvvet uygular. Kamyon arabanın önünde olduğundan sadece ilerler.
- (B) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet, kamyonun arabaya karşı uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.
- (C) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet, kamyonun arabaya karşı uyguladığı kuvvetten daha küçüktür.
- (D) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet ile kamyonun arabaya karşı uyguladığı kuvvet eşittir.
- (E) Arabanın motoru çalıştığından ve kamyonu ittiğinden kamyonu kuvvet uygular, oysaki kamyonun motoru çalışmıyor, dolayısıyla arabaya karşı bir kuvvet uygulamaz, kamyon arabanın önünde olduğundan dolayı sadece ilerler.

* Aşağıdaki şekle göre 7. ve 8. soruları çözünüz.



A arabası sürtünmesiz bir masada hareket etmektedir. Aynı masa üzerinde, şekildeki gibi durmakta olan kendisinden daha az kütleli bir B arabasına çarpmaktadır.

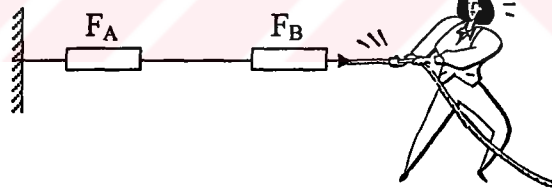
7. Çarpışma esnasında B arabasının ivmelenmesine aşağıdakilerden hangisi neden olmuştur?

- (A) A'nın içindeki kuvvet
- (B) B'nin içindeki kuvvet
- (C) B'nin momentum kuvveti
- (D) A'nın eylemsizlik kuvveti
- (E) A'nın B'nin üzerindeki kuvveti

8. Arabalar çarpışıp ayrıldıktan sonra B arabasının hareketine devam etmesini aşağıdakilerden hangisi sağlamaktadır?

- (A) A'nın içindeki kuvvet
- (B) B'nin içindeki kuvvet
- (C) B'nin momentum kuvveti
- (D) B'nin eylemsizlik kuvveti
- (E) A'nın B'ye verdiği kuvvet
- (F) A'nın B'nin üzerindeki kuvveti
- (G) Bir sebep olmasına gerek yoktur.

9.



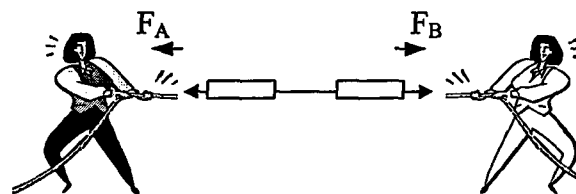
yerleştirilmiştir. Buna göre F_A ve F_B 'nin boşluklara yazınız.

$$F_A = \dots\dots\dots N$$

$$F_B = \dots\dots\dots N$$

50 N'luk kuvvet uygulayabilen bir bayan bir ucu duvara bağlı olan ipi şekildeki gibi çekmektedir. İpin, biri duvara diğeri ise bayana yakın olmak üzere iki ucuna kuvvet ölçerler göstereceği değerleri aşağıdaki

10.

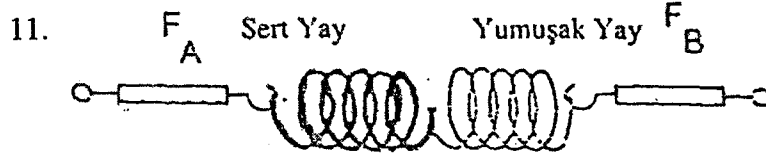


Kuvvet ölçerlerin göstereceği değerleri aşağıdaki boşluklara yazınız.

$$F_A = \dots\dots\dots N$$

$$F_B = \dots\dots\dots N$$

Şekilde gösterildiği gibi A ve B hanımları bir ipin ucundan 50'şer N'luk kuvvetle çekebilmektedir. İpin her iki ucuna bayanlara yakın olarak kuvvet ölçerler yerleştirilmiştir.



Şekilde gösterildiği gibi, soldaki sert yay ile sağdaki yumuşak yayın çekilmesinde iki adet kuvvet ölçerden yararlanılmıştır. Bu duruma göre, kuvvet ölçerlerin gösterdiği değerlerle ilgili hangi seçenek doğrudur?

- (A) F_A , F_B 'den fazla göstermektedir.
- (B) F_B , F_A 'dan fazla göstermektedir.
- (C) Her ikisi de eşit değerler göstermektedir.
- (D) Her ikisi de sıfırı göstermektedir.

12. Sinema çıkışı iki arkadaşı kapıdaki tartıyla tartılmaya karar verirler. Bayan olan 50kg gelirken erkek olan 80kg gelmektedir. Bu ölçülen 50kg ve 80kg değerleri aşağıdakilerden hangisinin karşılığıdır?

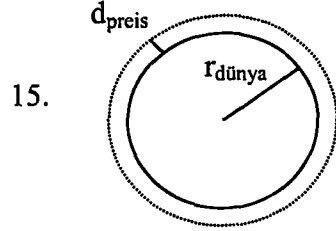
- (A) Kütle
- (B) Basınç
- (C) Yerçekimi kuvveti
- (D) Yerçekimi ivmesi
- (E) Ağırlık

13. Galaxy uzay gemisi uzayın derinliklerinde bozulmuştur. Kütlece 30'da biri büyüklüğünde bir uzay mekiği yardımına yetişip roketleri yardımıyla Galaxy Gemisini sabit 1 N'luk kuvvetle ileri doğru hareket ettirmeye çalışmaktadır. Buna göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- (A) Uzay mekiği Galaxy gemisini rahatça çekebilir çünkü uzayda ağırlık kavramı yoktur.
- (B) Uzay mekiği Galaxy gemisini sadece yavaşça ivmelendirebilir çünkü Galaxy gayet kütleli bir araçtır.
- (C) Uzay mekiği Galaxy gemisini harekete başlatamayacak kadar küçüktür.

14. Bir önceki soruda, Galaxy gemisinin kütlesi olduğundan çok daha küçük olsaydı aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğru olurdu?

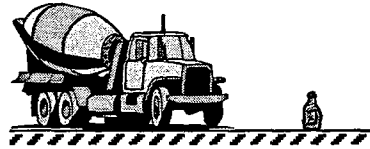
- (A) Uzay mekiği Galaxy'yi daha rahat ivmelendirebilirdi.
- (B) Uzay mekiği Galaxy'yi daha zor ivmelendirebilirdi.
- (C) Uzay mekiği Galaxy'yi uzayda olduğu için aynı zorlukta ivmelendirirdi.
- (D) Uzay mekiği Galaxy'yi aynı zorlukta ivmelendirirdi çünkü hafif aracın roket gücü (çekme) değişmemiştir.



Uzay mekiği Piri Reis ($d_{\text{preis}}=800\text{km}$) dünyadan uzakta dünyanın etrafında uzayda bir yörüngededir. Mekikteki astronot Osman Bey'in ağırlığı için ne söylenebilir? ($r_{\text{dünya}}=6350\text{km}$)

- (A) Yerçekimi kuvveti o yükseklikte sıfır olduğundan ağırlıksızdır.
 (B) Yerçekimi kuvveti o yükseklikte çok küçük olduğundan neredeyse ağırlıksızdır.
 (C) Yerçekimi kuvveti o yükseklikte biraz azalmakta ama yine de ağırlıksızdır.
 (D) Yerçekimi kuvveti o yükseklikte biraz azalmakta dolayısıyla ağırlığı pek değişmez.
 (E) Yerçekimi kuvveti o yükseklikte biraz azalmakta dolayısıyla ağırlığı da azalır.
 (F) Yerçekimi kuvveti o yükseklikte değişmemekte dolayısıyla aynı ağırlıktadır.
16. Bir sabah kalktığınızda dünyanın bütün atmosferini kaybettiğini (bütün havanın yok olduğunu) varsayalım. O sabah, herhangi normal bir banyo baskülüyle tartıldığınızda aşağıdakilerden hangisini beklersiniz?
- (A) Tartının sıfırı göstermesini
 (B) Tartıda gözüken değer artmasını
 (C) Tartıda gözüken değer azalmasını
 (D) Tartıda gözüken değer değişmemesini
 (E) Olaya tepki olarak önce değer artmasını sonra azalmasını
17. Dünya, eksenini etrafında daha hızlı dönmeye başlayıp 24 saat yerine 12 saatte bir dönüşünü tamamlamaya başlasaydı, dünyanın çekim kuvveti ile ilgili aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğru olurdu?
- (A) Vücudumuzun üzerindeki dünyanın çekim kuvveti değişmezdi.
 (B) Vücudumuzun üzerindeki dünyanın çekim kuvveti 2 kat artardı.
 (C) Vücudumuzun üzerindeki dünyanın çekim kuvveti 2 kat azalardı.
 (D) Vücudumuzun üzerindeki dünyanın çekim kuvveti bir miktar artardı.
 (E) Vücudumuzun üzerindeki dünyanın çekim kuvveti bir miktar azalardı.

18.



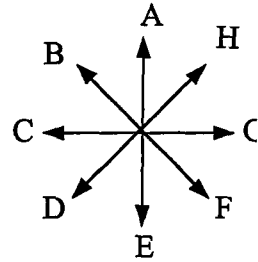
Ağır kaya parçalarıyla tamamen dolu bir kamyon 1 lt su şişesinden 1 metre uzağa park edilmiştir. Bu duruma göre, kamyon ile su şişesinin birbirine uyguladıkları kuvvetler ile ilgili aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

- (A) Yalnız kamyon suya çekim kuvveti uygulamaktadır.
 (B) Yalnız su kamyonu çekim kuvveti uygulamaktadır.
 (C) Ne su ne de kamyon birbirlerine çekim kuvveti uygular.
 (D) Her ikisi de birbirine eşit çekim kuvveti uygular.
 (E) Kamyon sudan daha fazla çekim kuvveti uygulamaktadır.

19. Eğer banyo baskülüyle önce deniz seviyesindeki evinizde sonra da Ağrı Dağı'nın (5600m) tepesinde tartılmış olsaydınız, Ağrı dağı'nın tepesindeki tartılma için aşağıdaki seçeneklerden hangisinin doğru olmasını beklerdiniz? (Tartının donmadığını varsayalım)

- (A) Tartının sıfırı göstermesini
- (B) Tartıda gözüken değer artmasını
- (C) Tartıda gözüken değer azalmasını
- (D) Tartıda gözüken değer değişmemesini
- (E) Olaya tepki olarak önce değer artmasını sonra azalmasını

* Yandaki şekle göre, 20. ve 21. sorularda boş yerlere uygun harfleri yazınız.



Büyük bir baraj kamyonu şeklindeki gibi sabit bir hızla 'C' yönünde hareket etmektedir. Buna göre:

20. Tekerleklerin yol üzerine etki ettirdiği sürtünme kuvvetinin yönü yukarıdaki şekilde hangi harfle belirtilmiştir?
21. Yolun tekerlekler üzerinde neden olduğu sürtünme kuvvetinin yönü yukarıdaki şekilde hangi harfle belirtilmiştir?

22. Çekilmeden önce



Çekilirken



Birbirinin aynısı olan iki adet saç fırçası şekilde gösterildiği gibi durmaktadır. Üstte durmakta olan fırça sağa doğru çekilirken, fırçaların birbirlerine uyguladıkları kuvvetler için ne söylenebilir?

- (A) Üstteki alttakine sola doğru kuvvet uygularken alttaki üstekine kuvvet uygulamaz.
- (B) Üstteki alttakine sağa doğru kuvvet uygularken alttaki üstekine kuvvet uygulamaz.
- (C) Üstteki alttakine sola doğru, alttaki de üstekine sağa doğru kuvvet uygular.
- (D) Üstteki alttakine sağa doğru, alttaki de üstekine sola doğru kuvvet uygular.
- (E) Üstteki alttakine sağa doğru, alttaki de üstekine sağa doğru kuvvet uygular.
- (F) Kuvvet uygulamazlar.

23. Masanın üzerinde bir kitap durmaktadır. Sizce, aşağıdaki kuvvet veya kuvvetlerden hangisi/leri bu kitabın üzerine etki ediyor olabilir?

- I. Aşağı yönlü yer çekimi kuvveti
- II. Masanın uyguladığı yukarı yönlü tepki kuvveti
- III. Aşağı yönlü net hava basıncı kuvveti
- IV. Yukarı yönlü net hava basıncı kuvveti

- (A) Sadece I
- (B) I ve II
- (C) I, II, ve III
- (D) I, II, ve IV
- (E) I, III, ve IV
- (F) Hiçbiri. Kitap durgun ve hareketsiz olduğundan üzerine herhangi bir kuvvet etkimemektedir.

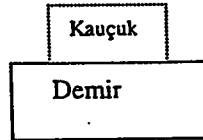
24.



Asım 80kg Haluk ise 40kg'dır. Her ikisi de tekerlekli sandalyeler üzerinde oturmaktadırlar. Kütleleri büyük olan öğrenci ayaklarını diğerinin dizlerine koyup, birden itmektedir. Bunun sonucu olarak, ikisinin de hareket ettiği gözlenmiştir. Öğrencilerin birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerle ilgili aşağıdaki karşılaştırmalardan hangisi doğrudur?

- (A) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit büyüklüktedir.
- (B) Sadece Asım Haluk'a kuvvet uygular.
- (C) Asım'ın uyguladığı kuvvet Haluk'un uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.
- (D) Haluk'un uyguladığı kuvvet Asım'ın uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.
- (E) Hiçbiri birbirine kuvvet uygulamamıştır.

25.



Yandaki şekil, demir bir kutuyla üzerinde durmakta olan kauçuk bir kutuyu göstermektedir. Buna göre aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?

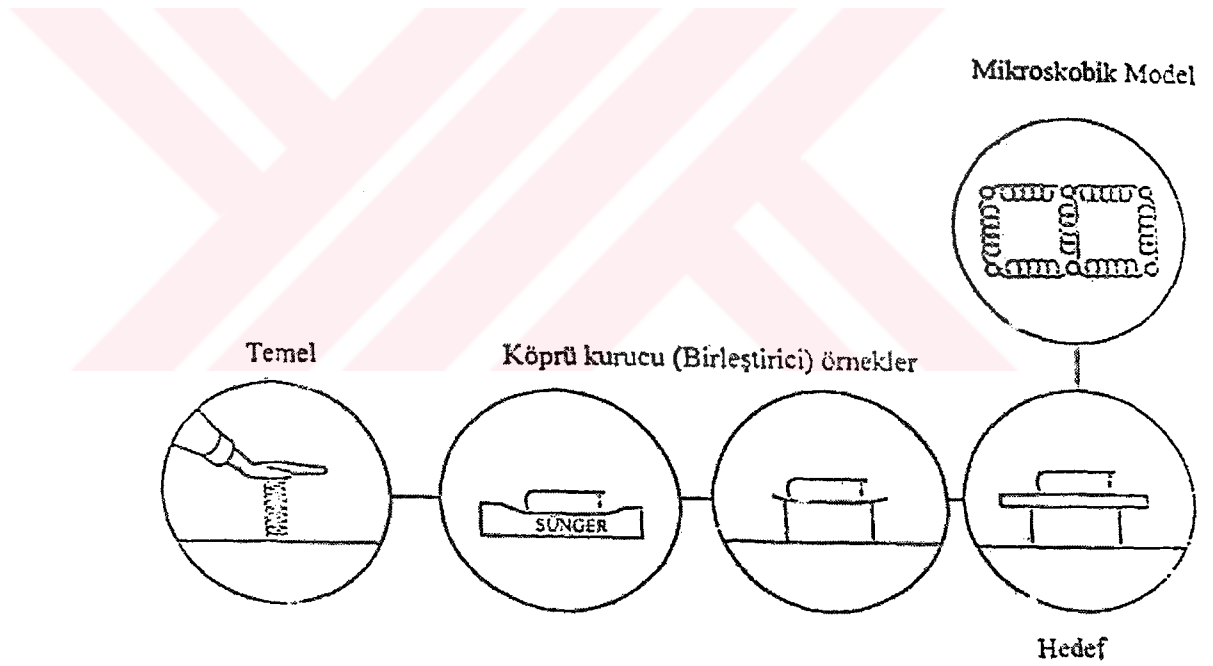
- (A) Demir kutu kauçuk olana kuvvet uygulamaz.
- (B) Kauçuk kutu demir kutuya kuvvet uygulamaz.
- (C) Demir kutu kauçuk olana daha fazla kuvvet uygular.
- (D) Kauçuk kutu demir kutuya daha fazla kuvvet uygular.
- (E) Her iki kutuda birbirine eşit kuvvet uygular.
- (F) Her ikisi de birbirine kuvvet uygulamaz.

ANSWER KEY: 1C, 2B, 3C, 4E, 5D, 6D, 7E, 8G, 9Fa=50N/Fb=50N, 10Fa=50N/Fb=50N, 11C, 12A, 13B, 14A, 15C, 16D, 17A, 18D, 19D, 20C, 21C, 22D, 23B/D, 24A, 25E.

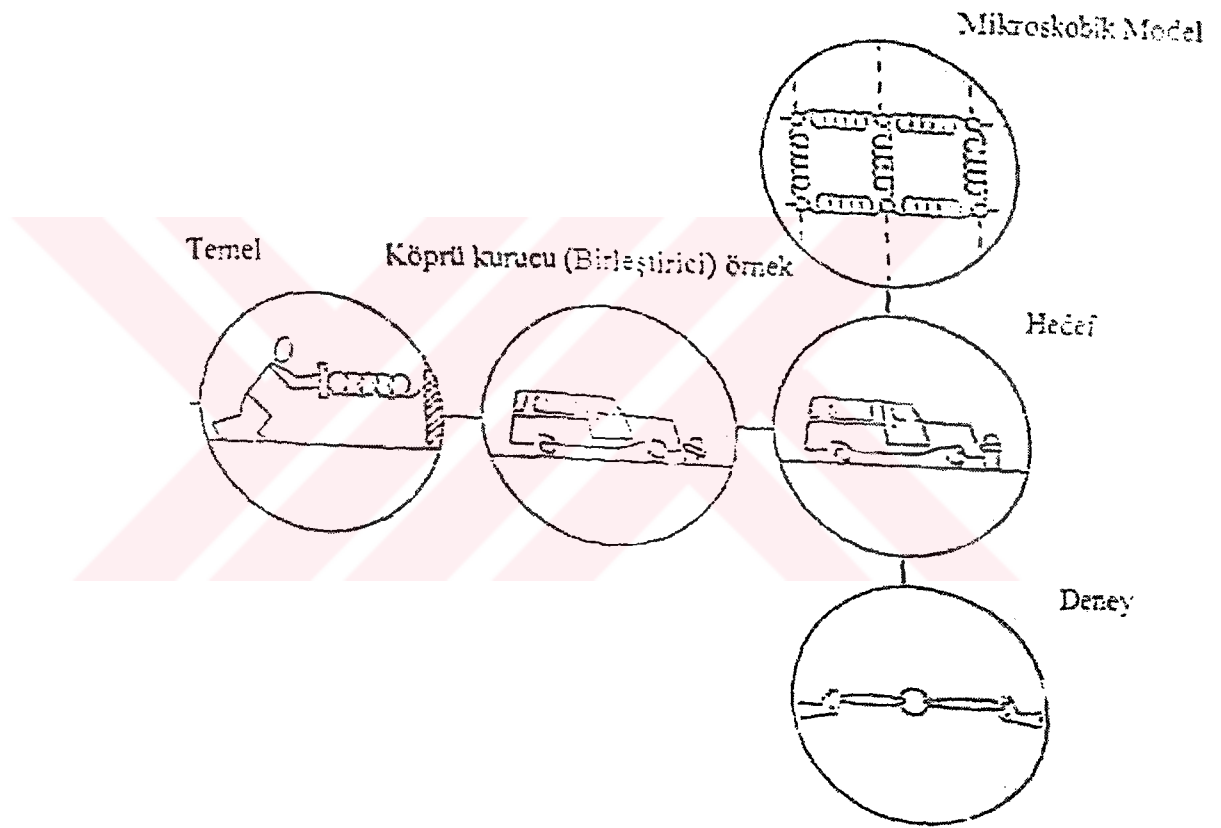
APPENDIX C

CONCEPT MAPS

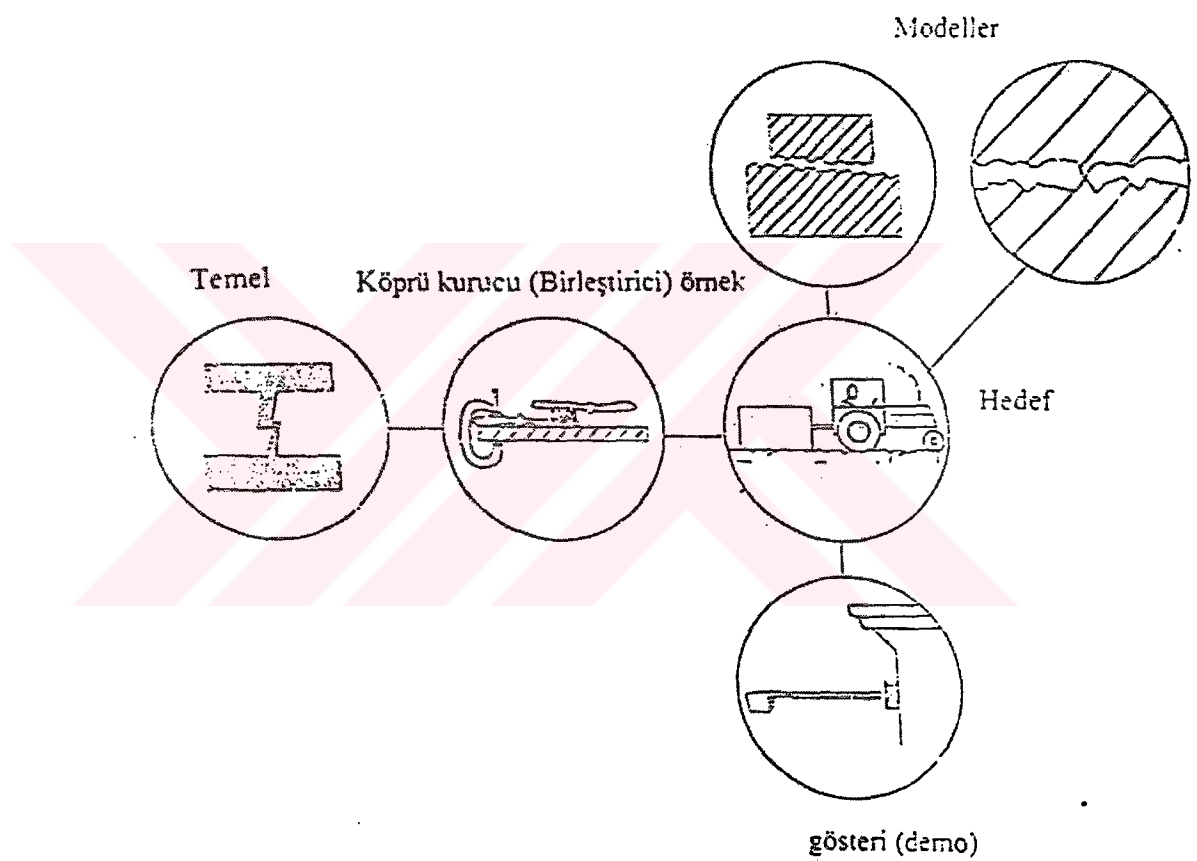
KAVRAM ŞEMASI – YÜZEYE DİK OLAN KUVVETLER – 1. GÜN



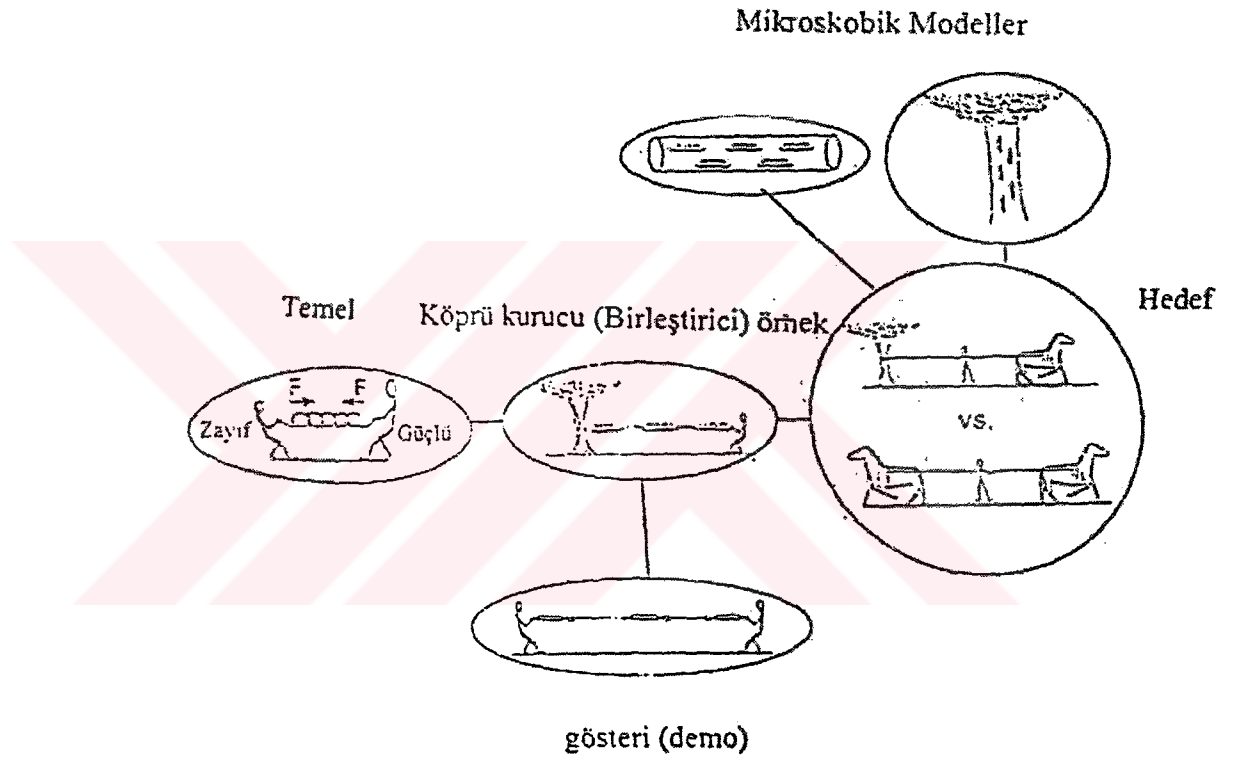
KAVRAM ŞEMASI – YÜZEYE DİK OLAN KUVVETLER – 2. GÜN



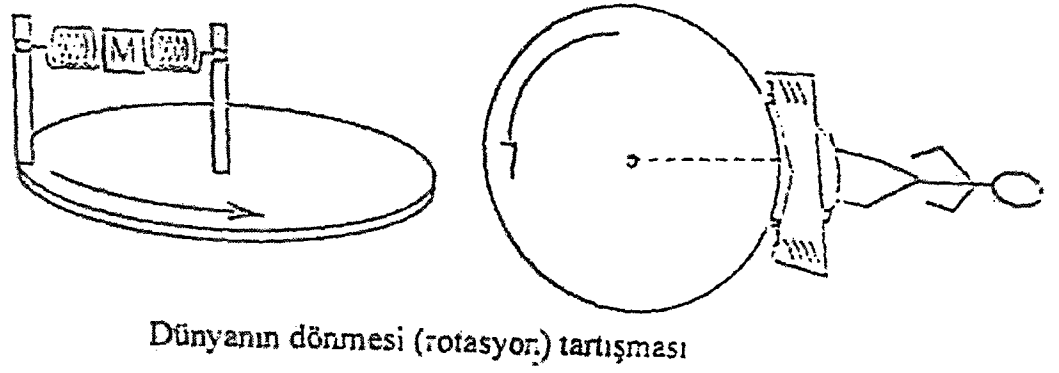
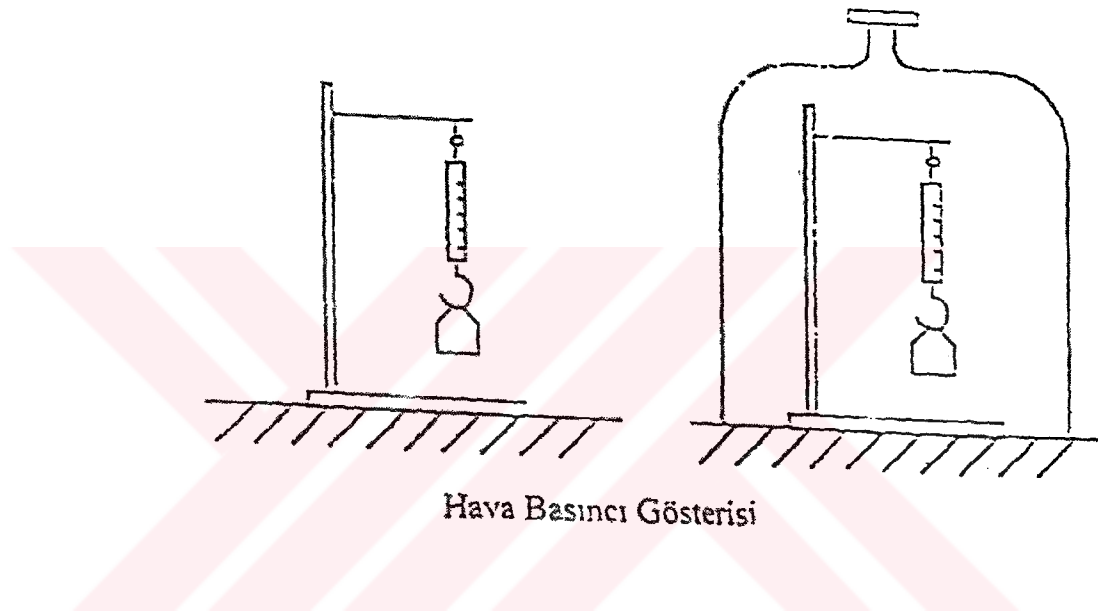
KAVRAM ŞEMASI – YÜZEY SÜRTÜNMESİ



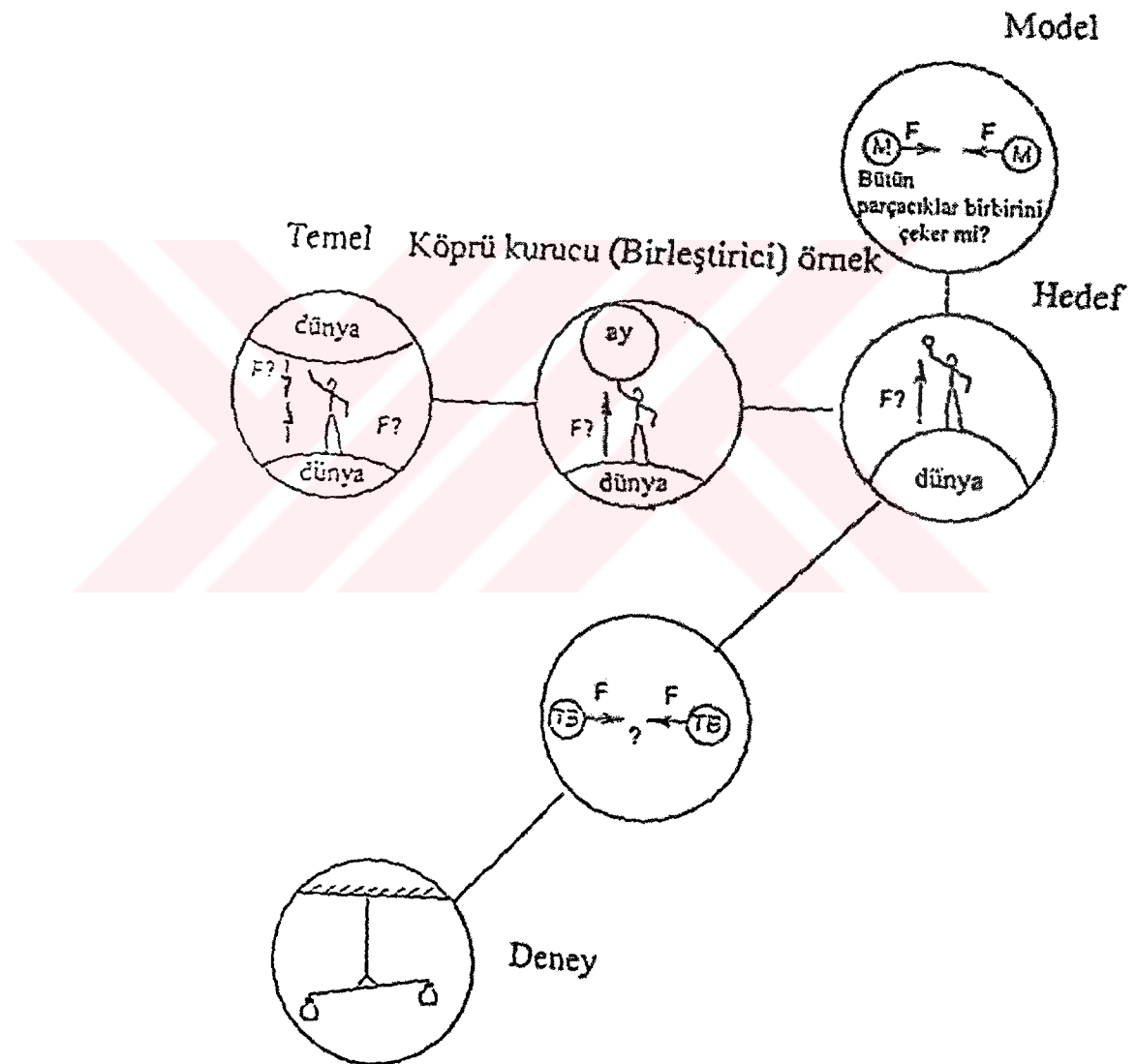
KAVRAM ŞEMASI – GERİLME



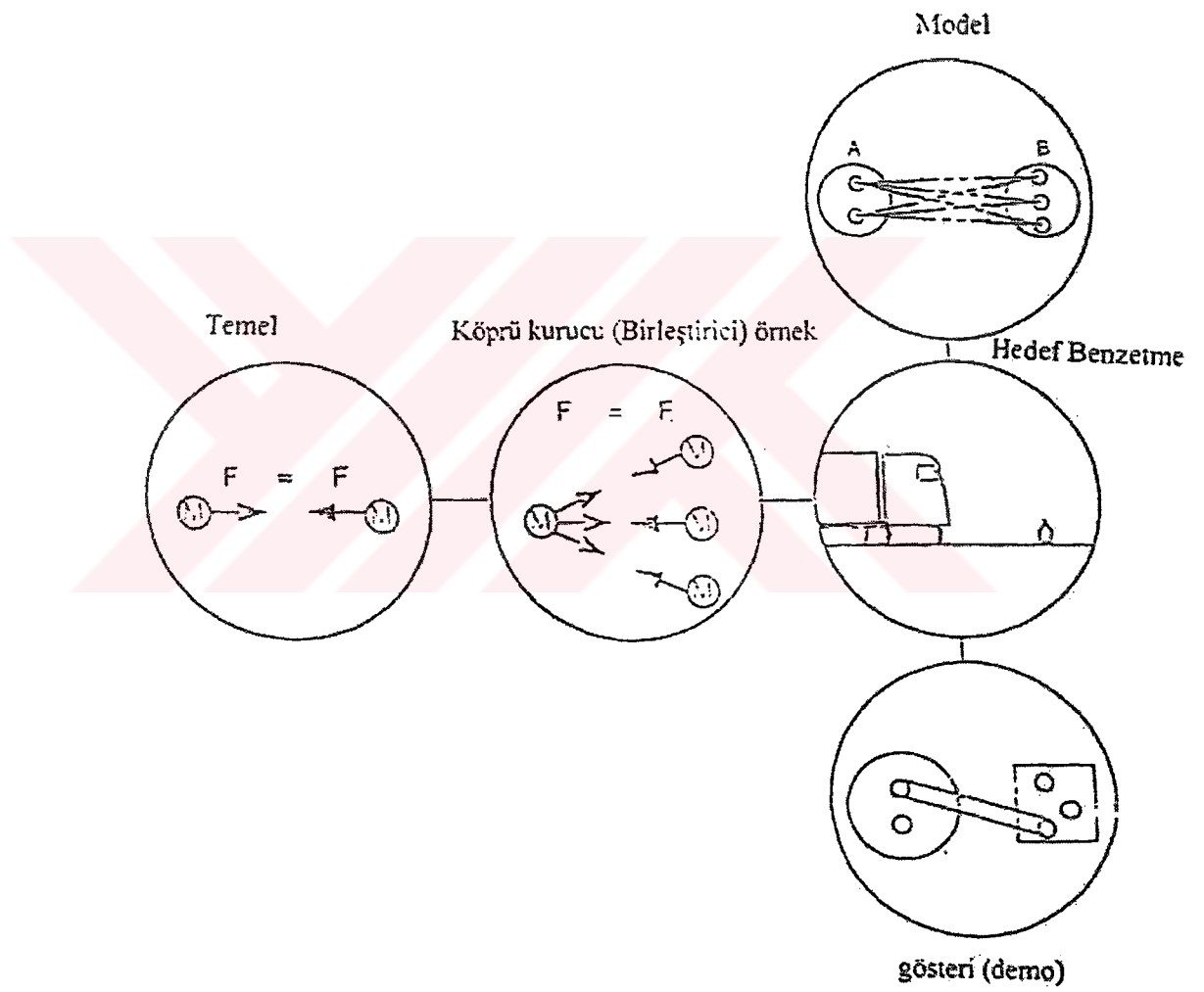
KAVRAM ŞEMASI – YERÇEKİMİ – 1. GÜN



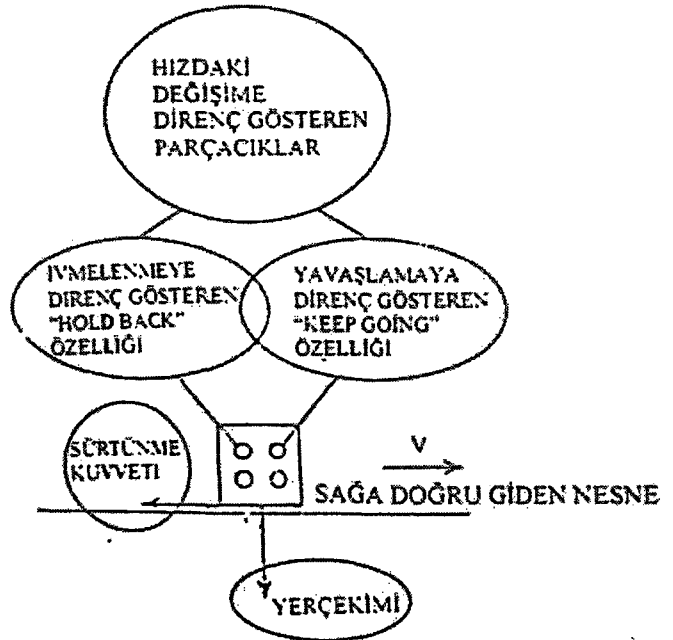
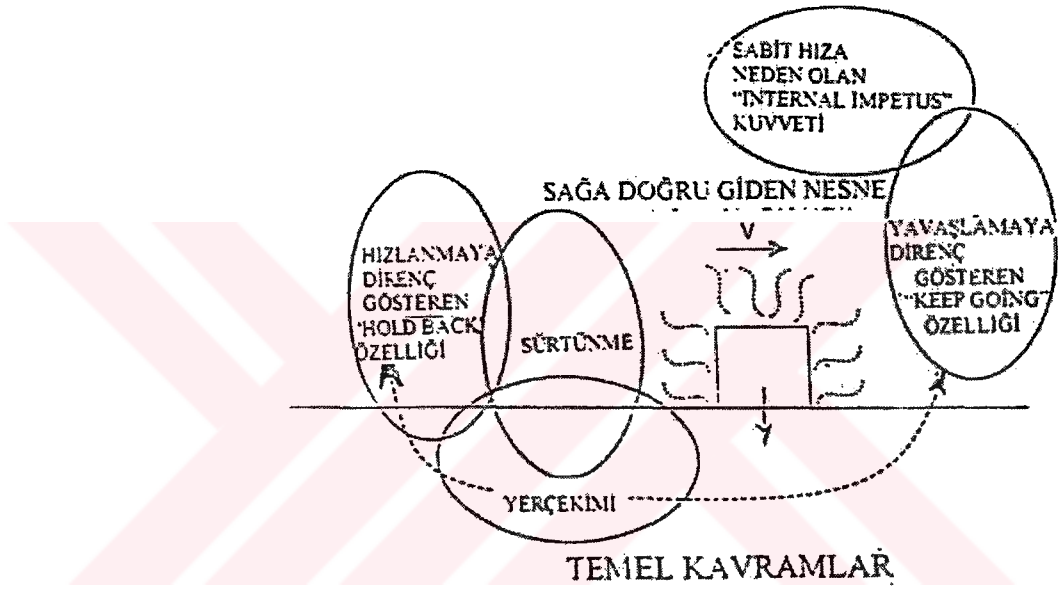
KAVRAM ŞEMASI – YERÇEKİMİ – 2. GÜN



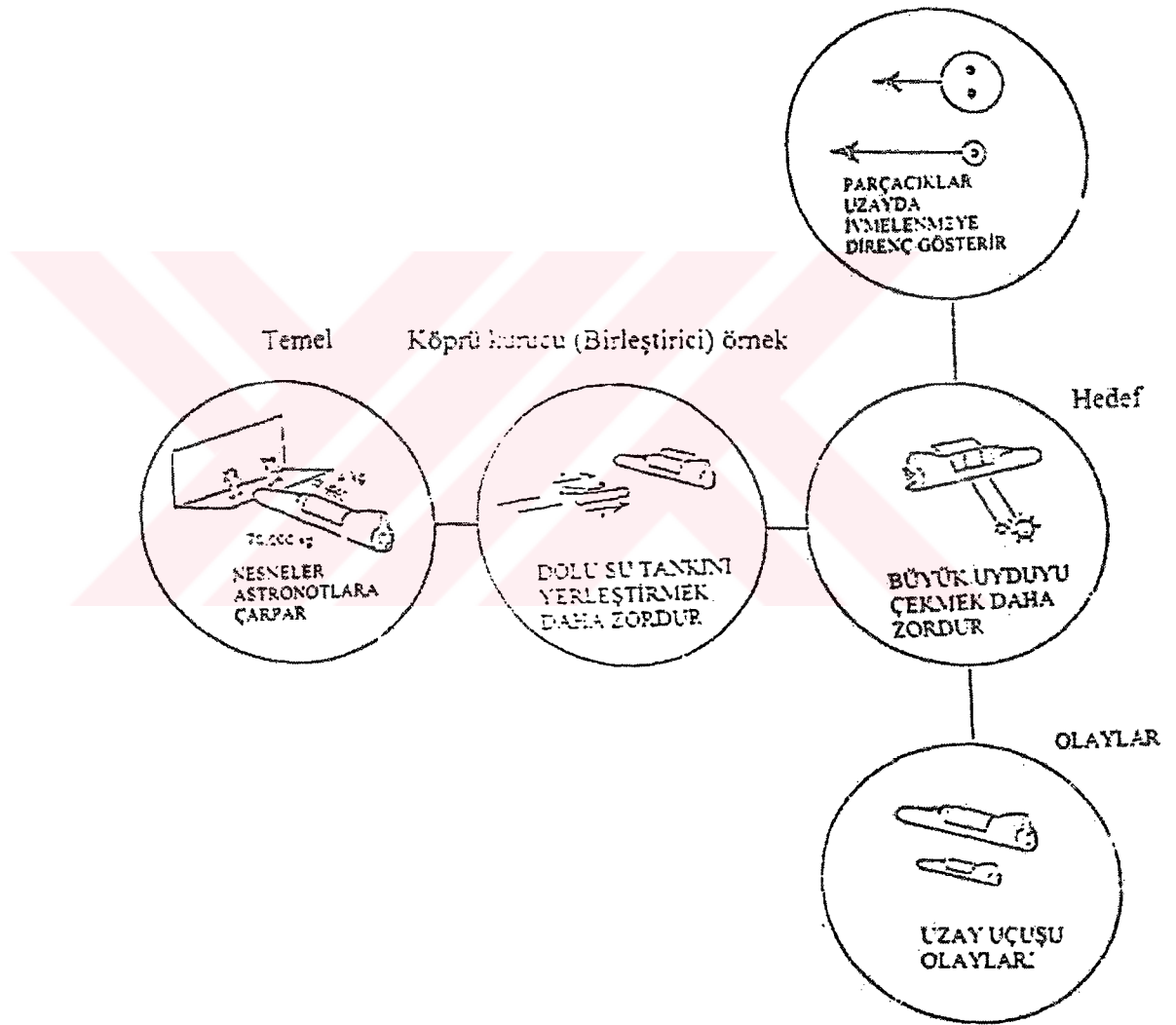
KAVRAM ŞEMASI – YERÇEKİMİ – 3. GÜN



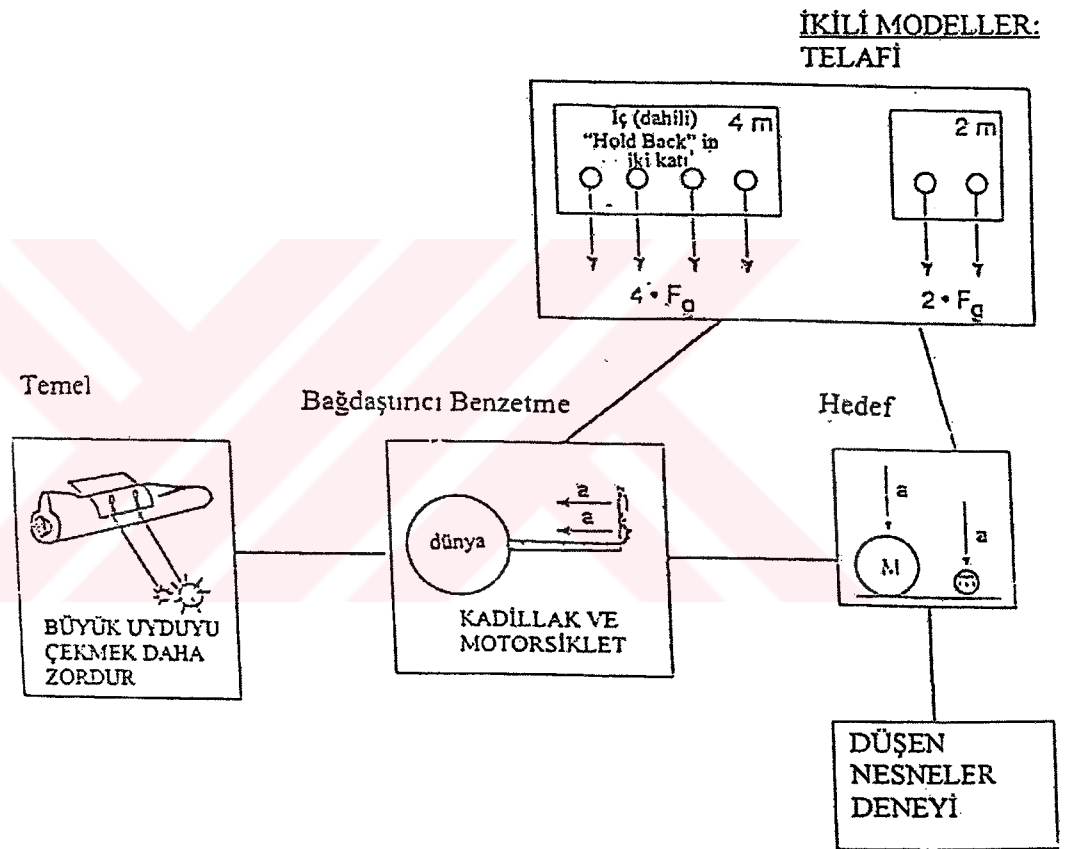
KAVRAM ŞEMASI – EYLEMSİZLİK – 1. GÜN



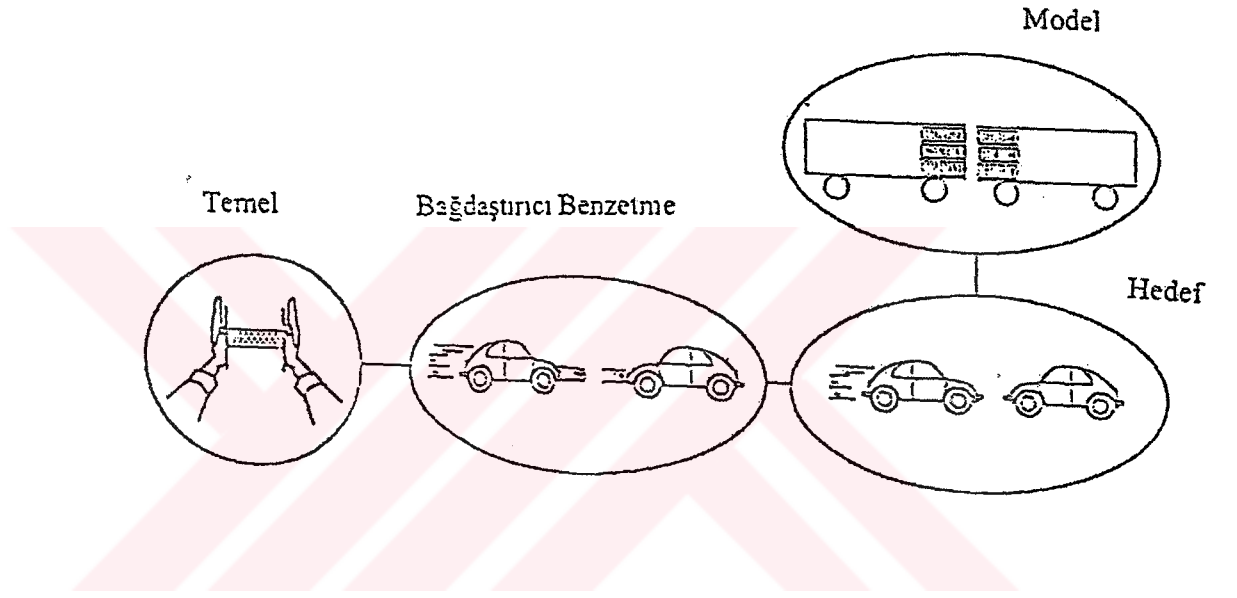
KAVRAM ŞEMASI – EYLEMSİZLİK – 2. GÜN



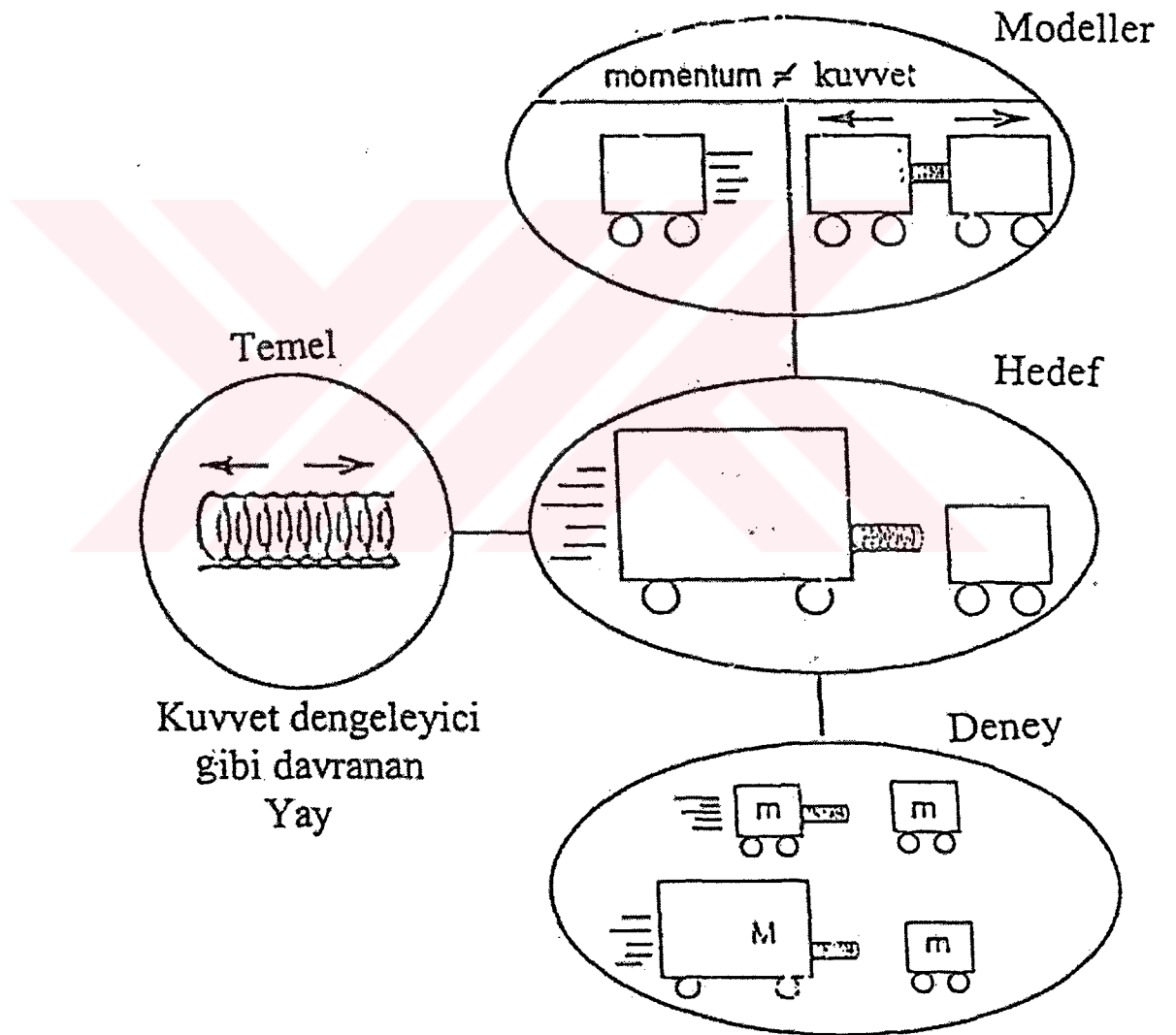
KAVRAM ŞEMASI – EYLEMSİZLİK – 3. GÜN



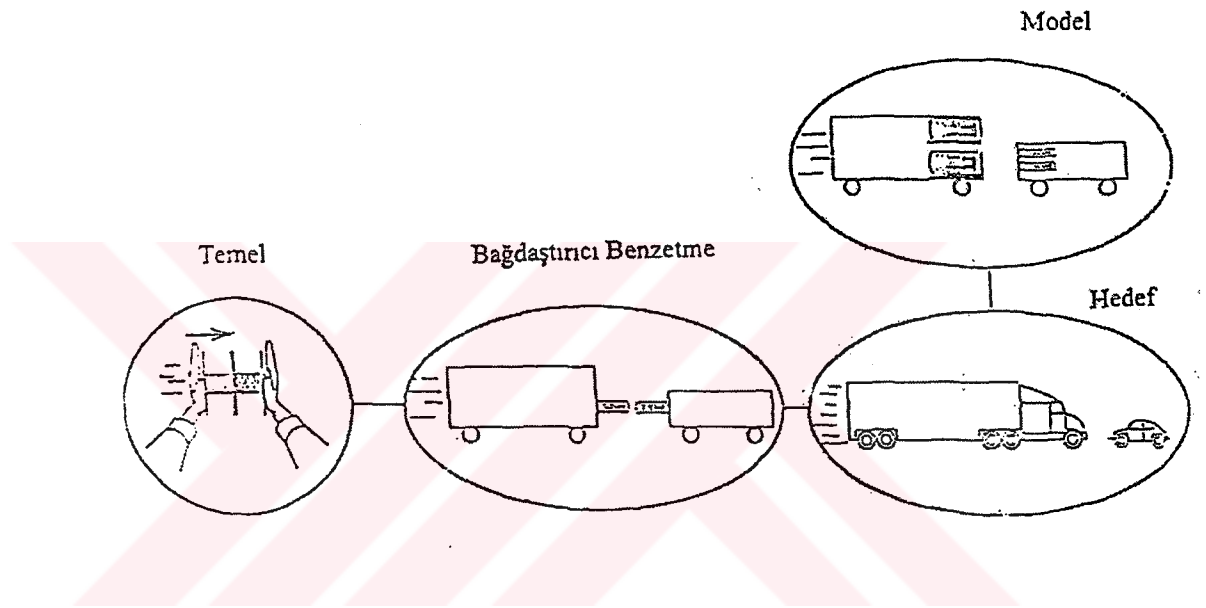
KAVRAM ŞEMASI – NEWTON’UN 3. KANUNU – 1. GÜN



KAVRAM ŞEMASI – NEWTON'UN 3. KANUNU – 2. GÜN



KAVRAM ŞEMASI – NEWTON'UN 3. KANUNU – 3. GÜN



APPENDIX D

QUIZ AND ASSIGNMENTS

ÖDEV

Yüzeye Dik Olan Tepki Kuvveti

-1. Gün-

- 1- Öğrencilerin masa üzerindeki cisim problemi hakkında çok çeşitli düşünceleri olduğunu farkettim. Lütfen, üzerindeki cismin itilmesine izin veren masanın nasıl bir yapısı olduğunu açıklayan bir paragraf yazınız.
- 2- Çok sert ve kalın bir duvara yaslanmış bir merdiven veriliyor:
 - a- Duvarın merdivene bir kuvvet uygulayacağını hayal eder miydiniz?
 - b- Duvarın merdivene nasıl tepki verdiğini, mümkün olduğu kadar açık bir şekilde savununuz (Mümkünse bir şekil çiziniz).
- 3- Sert bir masanın üzerinde bir mikrop oturuyor olsaydı, masanın bu mikroba yukarı doğru bir kuvvet uygulayacağına inanır mıydınız? Cevabınızı mümkün olduğu kadar açık bir şekilde savununuz.
- 4- a- Kavram şemasında çizilen (derste dağıtılacak) hangi fikir size en çok yardımcı olabilir? Nedenini açıklayınız.

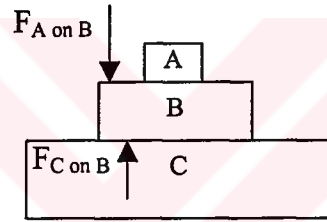
b- Yukarıdaki çizilen fikirlerden hangisini size yardımcı olmadığı için derse dahil etmezsiniz?
- 5- “Maddenin yay modeli” nedir ve bu birbirine değen cisimler arasındaki kuvvetleri açıklarken ne kadar faydalıdır?

ÖDEV

Yüzeye Dik Olan Tepki Kuvveti -2. Gün-

- 1- Lastik bantlar yaylara nasıl benzerler ve nasıl farklıdır? Gerilim ve baskı durumlarını göz önünde bulundurmaya ihmal etmeyiniz.

- 2- Aşağıdaki şekilde gösterilen kuvvetleri dikkate alarak yanıtlayın.



- a- Bu kuvvetler karşılaştırıldığında sonuç nasıl olur? Cevabınızı dikkatlice açıklayınız.

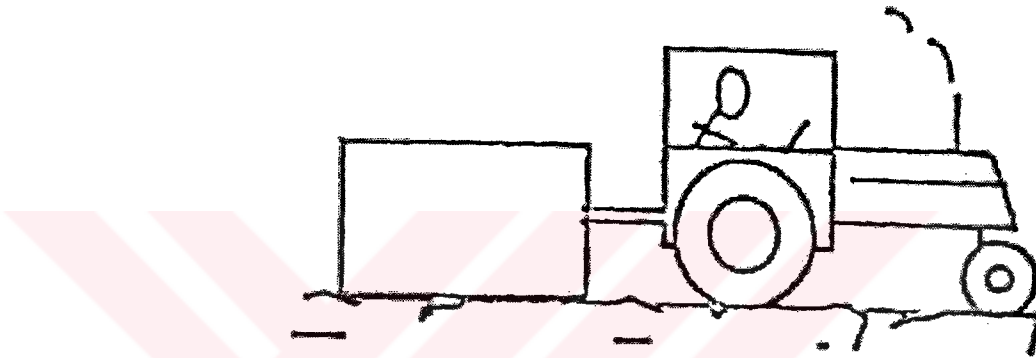
- b- C'nin B'ye uyguladığı kuvvet başka bir kuvvetle eşit ve zıt yönde olmalıdır. Bu eşit ve zıt yönlü kuvvetin adı nedir?

- 3- Aşağıdaki şemalardan (kavram şeması-yüzeye dik olan tepki kuvveti-2.gün) hangisi size en çok yardımcı olacak fikri temsil ediyor? Nasıl yardımcı olduğunu açıklayınız.

ÖDEV

Sürtünme

Ders Öncesi- Quiz



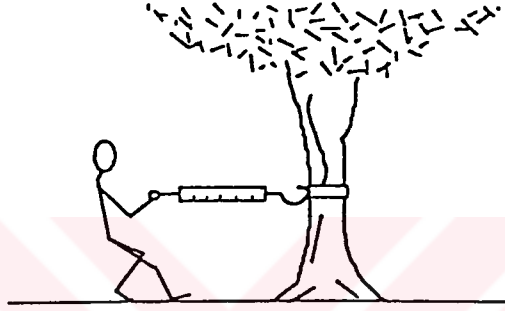
Şekildeki traktör çok ağır bir bloğu, yüzeyi pürüzlü bir düzlem üzerinde çekmeye çalışıyor, ama başaramıyor. Aşağıya sadece bloğun üzerine etkileyen kuvvetleri gösteren bir şema çiziniz (Not: Traktör çok kuvvetli çekmesine rağmen, bloğu yerinden oynatmayı başaramıyor). Vektörleri çizdikten sonra, kuvvetlerin üzerine onları nitelendiren isimler yazınız.



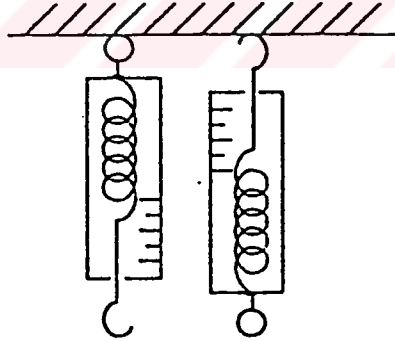
ÖDEV

Gerilme Kuvveti -1. Gün-

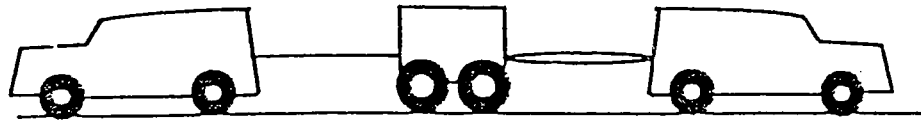
- 1- Şekildeki öğrenci yaylı kantarı 50N'luk bir kuvvetle çekiyor. Eğer kantar ağaca öbür ucundan tutturulsaydı, sonuç nasıl değişirdi? Neden? (Her iki durumda da aynı kuvvet uygulanıyor).



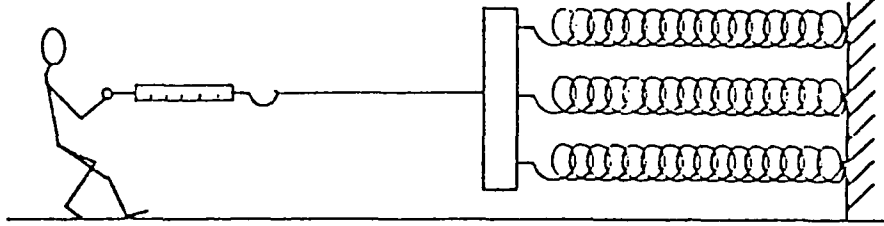
- 2- Eğer yaylı bir kantar, sadece bir yaydan oluşuyorsa, bir kuvveti ölçmek üzere onu ters çevirdiğimizde neden okumada ufak bir hata tespit ederiz?



- 3- Şekilde, bir yük arabası lastik bir ip ile sağdaki arabaya bağlanmış halde çekiliyor. Fakat bu yük arabası, soldaki arabaya da bir halatla bağlandığından dolayı hareket edemiyor. Bu iki arabanın eşit kuvvetler uyguladığını, buna inanmayan birine nasıl anlattırınız?

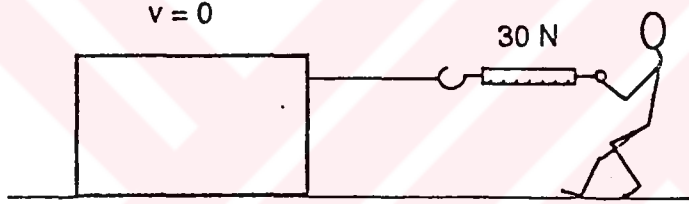


- 4- Üç eş yay sol uçlarından bir bloğa tutturularak sağdaki duvara bağlanıyorlar. Şekildeki insan ipi çekiyor ve kantar 450N'u gösteriyor.



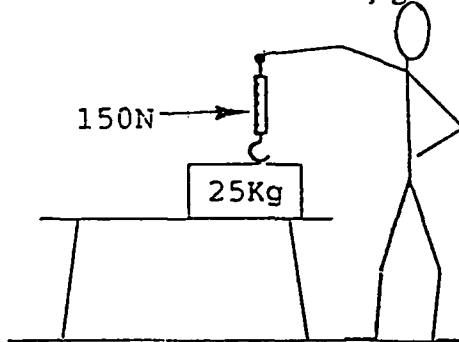
- a- Aylardan sadece birinin duvara uyguladığı kuvvet ne kadardır?
b- İp, tahta bloğa ne kadar bir kuvvet uygular?

- 5- Şekildeki insan bloğu çekiyor fakat blok hareket etmiyor.



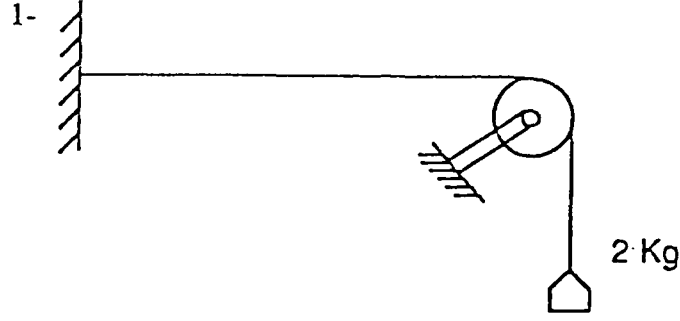
- a- Bloğa etki eden sürtünme kuvvetinin büyüklüğünü ve yönünü bulunuz.
b- Bloğu çeken ipteki kuvveti bulunuz.
c- İpteki gerilme kuvvetini bulunuz.

- 6- Şekildeki insan yaylı kantarı çekmesine rağmen, masanın üzerindeki kitap hareketsiz kalmaktadır. Aşağıdakileri bulunuz

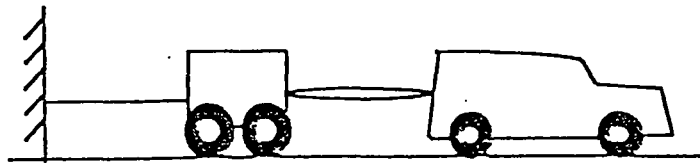


- a- Masanın kutu üzerine uyguladığı kuvvet:
b- Kutunun masa üzerine uyguladığı kuvvet:
c- Kutunun ağırlığı:
d- Elin yaylı kantara uyguladığı kuvvet:
e- Kitabın yaylı kantara uyguladığı kuvvet:

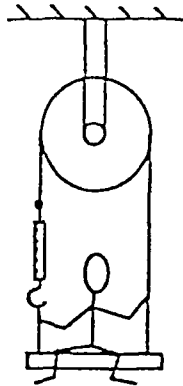
ÖDEV

Gerilme Kuvveti
-2. Gün-

- a- Duvara bağlı ipteki kuvveti bulunuz.
- b- İpin yatay kısmındaki gerilme kuvveti nedir?
- c- İpin düşey kısmındaki gerilme kuvveti nedir?
- d- Bu tip problemlerdeki makaralar hakkında nasıl kabullenmeler yapmalıyız?
- 2- Aynı şey iki adet at ile veya bir at ve ağaçla olsaydı ve ortalarında bir insan olsaydı, bu insan aynı şeyi hisseder miydi? Bu size mantıklı geliyor mu? Nasıl izah edersiniz? Eğer mantıksız ise, size en ters gelen şey nedir?
- 3- Şekildeki araba, yük arabasını lastik ip ile çekiyor, fakat yerinden oynatamıyor, çünkü bu yük arabası duvara bir ip ile bağlanmış bulunuyor. Lastik ipteki kuvvetin, duvara bağlı ipteki kuvvete eşit olduğunu buna inanmayan birine nasıl izah edersiniz?



- 4- Şekildeki öğrenci, tavandan tutturulmuş makaradan geçen iki ipe bağlı salıncak üzerinde oturuyor.

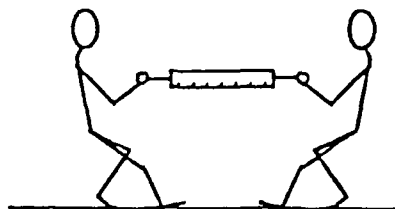


- a- Öğrencinin ağırlığı 820N ise, kantar hangi büyüklükte bir değer okur?
b- a şıkında ne gibi kabullenmeler yaptınız?

- 5- Herhangi bir ipin ucuna etki eden bir kuvveti ölçmek için hangi aleti nasıl kullanırdınız?

- 6- Herhangi bir ipteki gerilmeyi ölçmek için hangi ölçme aleti, nasıl kullanılmalıdır? Açıklayınız.

- 7- İki insan şeklindeki gibi yaylı kantarı bir ucundan çekiyor ve kantar bulunduğu yerde sabit kalıyorsa, kantarda okunan kuvvet değerinin manası nedir? Bu kuvvet hangi insana etki eder?

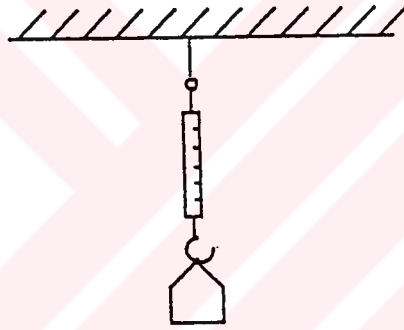


ÖDEV**Çekim I
-1. Gün-**

1- Bir odayı kapatıp hava basıncını artırmak için içeriye zorla hava ilave etsek, aşağıdaki durumlar için beklediğiniz değişikliklerin sebebini açıklayınız.

a- Terazide okunan ağırlığınız (Terazinin yalnızca yaylar üzerinde duran bir platform olduğuna dikkat ediniz)

b- El kantarında okunan ağırlık:



c- Vücudunuza etki eden çekim kuvveti

2- Dünya kendi eksenini etrafında dönmeseydi,

a- Dünyanın çekim kuvveti nasıl değişirdi?

b- Kantarda gözlenen değer (belli sınırlar içinde) etkilenir miydi? Açıklayınız.

ÖDEV

Çekim I -2. Gün-

- 1- Günlerden bir sabah, siz tartı üzerinde tartılıyorken, tam üzerinizden uçak geçiyor. Uçak tam tepedeyken tartının gösterdiği değer daha mı fazla, daha mı az, yoksa her zamanki ile aynı mı olur? Cevabınızı açıklayınız.

- 2- Evinizin altındaki toprak kömür ocağı operasyonu ile boşaltıldığında (Nevada’da bazı şehirlerde olduğu gibi) tartıda gördüğünüz değer nasıl değişmesini beklersiniz? Cevabınızı açıklayınız.

- 3- Masanın üzerinde duran tenis topları problemini bir arkadaşınızla tartışırken, o size düz masanın üzerinde birbirinden 10cm. uzakta duran iki tenis topu arasında çekim kuvveti olamayacağını ısrarla söylüyor. Arkadaşınızı yanıltığına nasıl ikna edersiniz. Açıklayınız.

- 3- Pek çok kimse NASA’da “çekimsiz bir oda” olduğuna inanıyor. Bunun niçin imkansız olduğunu açıklayabilir misiniz?

- 4- Çekimden etkilenmeyen şey nedir?

- 5-
 - a- Dünya, üzerine düşen tenis topu tarafından çekilir mi?
 - b- Dünyanın tenis topuna ölçülebilir bir miktar yaklaşmasını bekler misiniz?

ÖDEV

Eylemsizlik I

1- Bir arkadaşınızı, duran cisimlerin, sürtünme kuvvetinden ve dünyanın çekim kuvvetinden farklı olarak, içten sahip oldukları bir kuvveti olduğuna inandırmak için kullanacağınız bir örnek tasarlayınız. Bu örneği açıklayınız veya çiziniz

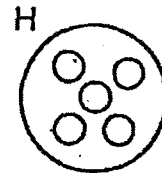
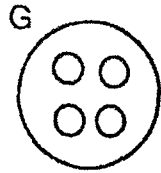
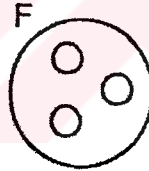
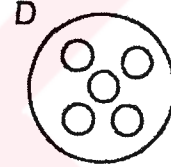
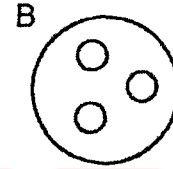
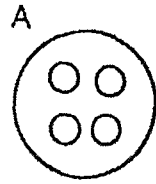


2- Fizik hakkında bilgi sahibi olmayan bir arkadaşınızı hareket eden cisimlerin dış kuvvetlere bağlı olmayan “hareketine devam etme isteği” olduğuna ikna etmek için kullanacağınız bir örnek düşünün. Örneğinizi açıklayınız veya çiziniz.

ÖDEV

Çekim II
-1. Gün-

1-



Yukarıdaki her bir cisim şekildeki kadar kütleceği içerir. Her bir çift için çekim kuvvetleri aşağıda verilmiştir. Aralarına (> , < veya =) işaretlerinden birini yerleştiriniz ve sebebini belirtiniz.

F_A, B' 'de _____	F_B, A' 'da _____	sebeb: _____
F_A, B' 'de _____	F_C, D' 'de _____	sebeb: _____
F_C, D' 'de _____	F_E, F' 'de _____	sebeb: _____
F_A, B' 'de _____	F_G, H' 'de _____	sebeb: _____

2- Bir tüy, bir gezegende dururken, pek çok kimse muhtemelen gezegenin çekiminin tüye etkidiği fikrinde anlaşacaktır. şüpheci birini tyn de gezegeni çektiğine nasıl ikna edersiniz?

3- Hangi durumda bir kamyonla bir bina arasındaki çekimin daha büyük olmasını beklersiniz?

a- 20 tonluk bir binanın yanına park etmiş 5 tonluk bir kamyon

b- 30 tonluk bir binanın yanına park etmiş 4 tonluk bir kamyon

Bu problemi ozebilmek için hangi varsayımları yapıyorsunuz?

4- Isaac Newton zamanında yaşayan bilim adamları için (1600'l yıllarda) dünyadan çok küçük olan ayın, dünyanın aya uyguladığı kuvvetle aynı büyüklükte bir kuvveti dünyaya uyguladığına inanmak komikti. Zaman yolculuğu yapıp o zamana gnderilseydiniz, onları bu kuvvetlerin eşit olduğuna ikna etmek için hangi delilleri sunardınız?

5- İki cisim arasındaki çekim kuvvetini gösteren en uygun model ne olabilir?

a- Niçin bu modeli beğeniyorsunuz?

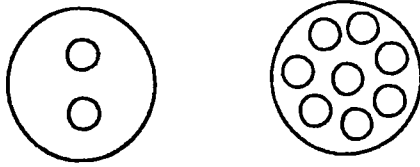
b- Modelinizin zayıf noktaları nelerdir?

6- Bir kişi bir tepeden atladığında yerçekimi tarafından aşağı doğru çekilir. Dünyanın da bu çekimin neden olduğu eşit büyüklükte yukarıya doğru bir çekim hissetmesi gerekir. Dünyanın düşen kimse ile karşılaşmak için yukarıya doğru biraz hareket etmesini bekler misiniz? Açıklayınız.

ÖDEV

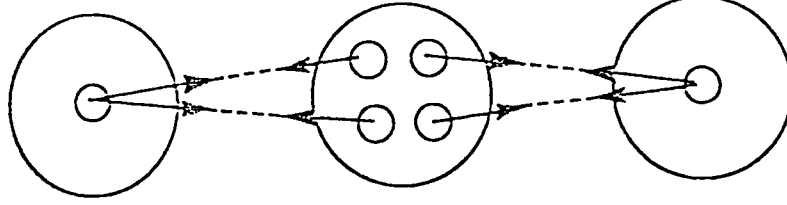
Çekim II
-2. Gün-

- 1- Sekiz kütlecikten oluşan cisimden bir kütleciği alıp iki kütlecikten oluşan cisme verirse, iki cisim arasındaki çekim kuvvetinde hangi oranda bir değişiklik olur?



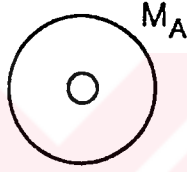
- 2- Ayın kütlesinin şimdikinün üç katı olması için Jüpiter'den yeterince kütle taşırsak,
- a- Ayın dünyayı çekim kuvveti hangi oranda değişir?
- b- Bu değişiklik okyanuslardaki gelgitleri nasıl etkiler?
- 3- Ayın kütlesi şimdikinün üç katına çıkarılsa ve dünyaya olan uzaklığı şu anki uzaklığının iki katına çıkarılsa ayı dünyaya çeken kuvvet nasıl değişir?
- a- • artar • azalır • aynı kalır
- b- Yeni kuvvetin eski kuvvete oranını bulunuz.
- 4- Ayın hareket ettirilebildiğini varsayarak, aşağıdaki koşullarda dünya ile ay arasındaki çekim kuvvetinin hangi oranda değişeceğini bulunuz.
- a- Ay olduğundan üç kat daha uzağa taşınırsa.
- b- Ay olduğunun üçte biri mesafeye taşınırsa .
- c- Ay olduğundan iki kat daha uzağa taşınıp, kütlesi de şimdikinün dört katına çıkarılırsa.

5- Aşağıda gösterilen üç cismin kütleçekim şemasında neyin yanlış olduğunu açıklayınız.



6- Aşağıdaki şemayı göz önünde bulundurarak B'nin C'ye etkiyen kuvvetinin aşağıdaki her bir koşulda nasıl değişeceğini bulunuz.

a- A'ya bir kütleçekim daha eklenirse



b- B'de bir kütleçekim bırakılırsa



c- C'ye iki kütleçekim daha eklenirse

7- Hava basıncının yerçekimine etkisini araştıran bir öğrenci bir kitabı önce evde tartıyor. Sonra yüksek bir dağa tırmanıp kitabı orada tekrar tartıyor. Bu öğrenci dağın tepesinde hava basıncının çok düşük olduğunu biliyor. Öğrencinin düşüncesindeki yanlışlık nedir?

ÖDEV

Eylemsizlik II -1. Gün-

1- Bir su kabağı bir uzay mekiğinin içinde uzayın derinliklerine götürülüyor. Aşağıdaki özelliklerin nasıl değişeceğini tartışınız.

- a- özkütle
- b- hacim
- c- kütle
- d- ağırlık
- e- kütlecek sayısı
- f- renk
- g- eylemsizlik
- h- kalp atışı

2- Eylemsizlik ilkesinin, 'harekete devam etme eğilimi' ile 'durma eğilimi' eşitse, uzayın derinliklerinde bir roketi harekete geçirmek için, onu durdurmak için gerekli olan miktarda yakıt gerekli midir? Cevabınızı açıklayınız.

3- Kendi cümlelerinizle eylemsizliği tanımlayınız.

4- Çekimle eylemsizlik arasındaki fark nedir?

5- Kainatın herhangi bir yerinde göz ardı edilebilecek bir çekim kuvvetinin olduğu bir yerde eylemsizliğe sahip olmak mümkün müdür?

6- Sürtünme bir tür eylemsizlik midir? Açıklayınız.

7- Eylemsizlik sürtünmeye neden olur mu? Açıklayınız.

8- İki basketbol topu uzayın derinliklerindeki bir uzay istasyonundan fırlatma aletleriyle dışarı atılıyor ve yakında park etmiş bir uzay mekiğine doğru yol alıyorlar. Toplardan bir tanesi su ile doludur (kütlesi 20 kg) ve diğer top hava ile doludur (kütlesi 4 kg). Fırlatıcılar iki topu eşit hızla fırlatmak ve uzay mekiğine aynı anda ulaşmaları için ayarlanmıştır.

a- Her bir topa fırlatma aletinin uyguladığı kuvveti göz önünde bulundurarak, 20 kg'lık top üzerindeki kuvvet:

- 1) 4 kg'lık topa uygulanan kuvvetle aynıdır.
- 2) 4 kg'lık topa uygulanan kuvvetten azdır.
- 3) 4 kg'lık topa uygulanan kuvvetten fazladır.
- 4) Diğer (Yazınız.)_____

b- Uzay mekiğinin kapısı açılmıyor ve iki basketbol topu uzaya doğru yol alıyor ve kapıya çarpıyor. Hangi top kapıya daha fazla zarar verir.

- 1) 4 kg'lık top
- 2) 20 kg'lık top
- 3) Uzayın derinliklerinde ağırlık olmadığından aralarında fark olmaz.

Cevabınızın kısa bir açıklamasını yapınız.

ÖDEV

Eylemsizlik II -2. Gün-

- 1- Tilki aya tatile gitmiş. Tavşan ararken 100 metre yüksekliğinde bir tepeye geliyor. Birden tilkinin üzerinde durduğu kaya parçası kırılıyor. (Aşağıdaki şekil 1'e bakınız).



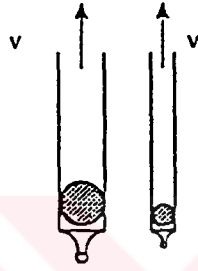
Şekil 1

Şekil 2

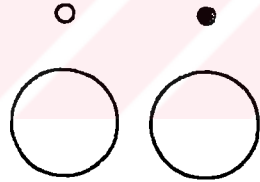
- a- Aşağı düşerken hangisinin üzerine daha fazla kuvvet etki eder? Kaya parçasının mı, tilkinin mi?
- b- Şekil 2'de gösterilen durumlardan sizce doğru olanını seçiniz.
Kütlecik modelini kullanarak cevabınızı açıklayınız.
- c- Büyük kaya parçasının tilkiden daha fazla bir kuvvet hissettiğini söylemişseniz, kaya parçası tilkiden önce ay yüzeyine ulaşır mı?
- d- Bu olay dünyada gerçekleşseydi durum ne olurdu? Sonuçları karşılaştırıp; açıklayınız.

2- Çok büyük bir cisim ile çok küçük bir cisim aynı ivme (9.8 m/s^2) ile düşmesi ve eylemsizliğin bununla bağlantısını açıklayınız.

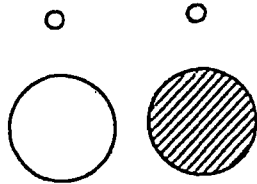
3- Bir büyük ve bir küçük top, bir büyük ve bir küçük gülleyi 120 m/s hızla yukarıya doğru aynı anda fırlatıyorlar. Sürtünmeyi göz ardı ederek, her ikisi de namluyu 120 m/s hızla terk ediyorlarsa hangisi daha yükseğe çıkar?



4- a- Az kütleli bir cisim ve çok kütleli bir cisim benzer gezegenlerde aynı yükseklikten şekilde gösterildiği gibi bırakılıyor. Hangisi gezegene önce çarpar?



b- Aynı iki cisim az kütleli ve çok kütleli iki gezegende şekilde gösterildiği gibi bırakılıyorlar. Hangisi gezegene önce çarpar? Cevabınızı açıklayınız.



c- Newton, bir cisim dünyaya düşerken, dünyanın da cisimle buluşmak için yükseleceğini düşünüyordu. Biz genellikle gezegenin bu yukarıya doğru olan hareketini gezegene düşen cisimlerle ilgili soruları çözerken göz ardı ediyoruz. Gezegenin yukarıya doğru olan bu ufacık hareketini hesaba katarsak, a şikkındaki cevabınız nasıl değişir?

ÖDEV

Newton'un 3. Kanunu

-1. Gün-

1- Sert bir yay tutturulmuş bir araba, yumuşak bir yay tutturulmuş durgun haldeki bir arabaya çarpıyor. Bunlar çarpışma esnasında birbirini nasıl eşit ve zıt yönlü kuvvetle iterler? Yay modelini kullanarak açıklayınız.

2- Sert bir araba ile, önünde köpük tampon bulunan bir arabanın çarpışması esnasında kuvvetlerin nasıl birbirine eşit olduğunu yay modeline göre açıklayınız.

3- Sert bir araba ile, zayıf tahta tamponlu bir araba çarpışıyorlar ve tahta tampon kırılıyor. Bu durumda son kuvvetlerin nasıl eşit olduğunu açıklayınız.

4- (Meydan okuyan problem) Eşit kütleli iki araba eşit hızlarla önden çarpıştıklarında simetriden dolayı, kuvvetlerin eşit olacağı açıktır. Bu iki kabinin herhangi şekilde çarpışması durumunda, kuvvetlerin neden eşit ve zıt yönlü olacağını bağıl hareket olayı ile açıklayınız.

ÖDEV

Newton'un 3. Kanunu
-2. Gün-

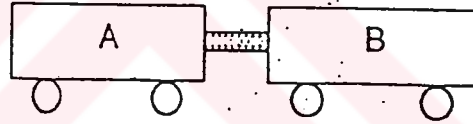
Çarpışma analiz faaliyetleri

- 1- Şekildeki eşit kütleli iki cismin çarpışması esnasında kuvvet ve hız vektörlerini düzenli ve orantılı bir biçimde çizerek gösteriniz.
(Cetvel Kullanınız)

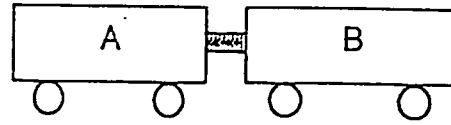
1. düzenek



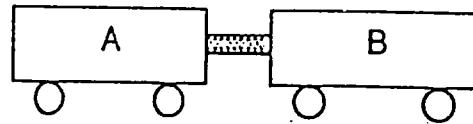
2. düzenek



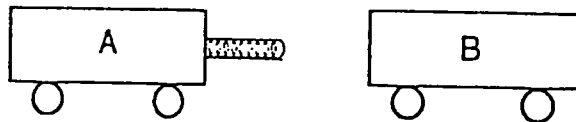
3. düzenek



4. düzenek



5. düzenek



ÖDEV

Dinamiğin 3. Kanunu 3.Gün

1- Büyük ve yumuşak bir top havada 50 m/s hızla giderken bir yük arabasına çarpıp, yapışıyor. Çarpışma esnasında, kuvvetlerin nasıl eşit ve zıt yönlü olduğunu yay modelini kullanarak açıklayınız.

2- Bir kavga esnasında çenesinden darbe yiyen bir kovboy, çenesini kırıyor. Bu etkileşim esnasında kuvvetin nasıl eşit ve zıt yönde olduğunu açıklayınız.

3- “Yay” ve “sıkışma” terimlerini kullanarak, hızla yürüyen şişman bir öğrencinin hareket etmeyen zayıf bir öğrenciyle çarpışması anındaki kuvvetlerin nasıl eşit olduğunu açıklayınız.

4- 40 m/s hızla giden 20 tonluk bir tır, bir VW'ye çarpıyor. VW, tırın ön kısmına gömülüyor (hiç sürüklenmeden). Tırın çarpışma sonrası hızının ne olmasını beklersiniz.

APPENDIX E

MAKE SENSE SCALE

NELER ANLAMLI DIR?

Oylama kağıtlarındaki neler anlamlıdır ölçeklerinin açıklamaları:

Lütfen, cevabınızın size ne kadar anlamlı geldiğine göre cevabınızı oylama kağıdına işaretleyiniz (Oylama kağıtlarındaki 5 şikkı da okuyunuz).

Ömrümüz boyunca, bazıları bize anlamlı gelirken bazıları da anlamlı gelmeyen fiziksel dünyayla birçok tecrübemiz olmuştur. Herhangi bir ifade içgüdüsel ve yürekten anlaşılırsa bize anlamlı gelir.

Cevaptan emin olunduğu ve durumun kişiye tamamıyla anlamlı geldiği zamanlar vardır. Örneğin, büyük bir kamyon küçük bir arabaya çarparsa, çoğu insan arabanın daha fazla zarar göreceğinden emindir. Ayrıca bu onlara anlamlı da gelmektedir.

Ancak, öyle zamanlar olur ki cevabın doğruluğu bilinir (yani cevabımızda eminizdir), fakat cevap gerçekten kişiye anlamlı gelmez. Örneğin, birçok insan boomerang'ın (Avusturalyalılar'ın av için kullandığı eğri sopa) atıldığında geri döneceğinden emindir. Fakat neden geri dönmesi gerektiği onlara anlamlı gelmez. Onlara anlamlı gelen ise boomerang'ın doğru bir çizgide hareket etmesi gerektiğidir. Peki bu durumda (boomerang'ın atan kişiye dönebilmesi için) neler anlamlıdır ölçeğini nasıl işaretlemeliydiniz? (1 ve 2'yi işaretlemeniz beklenirdi)

Ölçek, durumun doğruluğu hakkında ne kadar emin olduğunuzu işaretlemeniz için değil durumun size ne kadar anlamlı geldiğini işaretlemeniz için verilmektedir.

Lütfen her bir oy'un yanında bulunan ve ifadenin size ne kadar anlamlı geldiğini gösteren rakamlardan birini yuvarlak içine alınız.

Görüşler kısmına oy'unuzla alakalı gerekli gördüğünüz yorumları yapabilirsiniz. Öğretmeniniz bazı oylarınızda özellikle yorumlarınızı yazmanızı da isteyebilir. Neler anlamlıdır oy kağıtlarındaki cevaplarınızdan dolayı notlandırılmayacaksınız ama sizden her soruya cevap vermeniz beklenmektedir.

Bu size öğrenme sürecinde aktif rol alma imkanı tanıyacağı gibi öğretmenimize ders konusunda değerli geribildirimler verecektir.

OYLAMA KAĞIDI

Tarih:
İsim:

OYUNUZ	1 Hiç anlamlı gelmiyor	2 Çok az anlamlı geliyor	3 Biraz anlamlı geliyor	4 Gayet anlamlı geliyor	5 Tamamıyla anlamlı geliyor
Oy 1	1 Görüşler:	2	3	4	5
Oy 2	1 Görüşler:	2	3	4	5
Oy 3	1 Görüşler:	2	3	4	5
Oy 4	1 Görüşler:	2	3	4	5
Oy 5	1 Görüşler:	2	3	4	5

APPENDIX F

RAW DATA

Student	Group	Method	Gender	Age	Attitude	SPC-Grade	Pre MMT	Post MMT
1	1	1	male	16	4	5	18	18
2	1	1	male	16	4	5	17	17
3	1	1	female	15	4	5	13	20
4	1	1	female	16	4	5	13	19
5	1	1	male	15	5	5	11	18
6	1	1	male	16	4	5	9	21
7	1	1	male	16	5	5	9	16
8	1	1	male	16	5	5	8	14
9	1	1	female	16	3	5	8	15
10	1	1	female	15	4	4	9	16
11	1	1	female	16	4	5	9	11
12	1	1	female	16	3	4	8	16
13	1	1	male	16	4	4	8	18
14	1	1	male	16	2	2	7	19
15	1	1	female	16	3	4	7	21
16	1	1	male	17	4	5	7	14
17	1	1	male	16	3	3	6	16
18	2	1	male	16	5	5	13	19
19	2	1	male	16	4	5	8	20
20	2	1	female	15	4	5	14	17
21	2	1	female	16	4	5	11	21
22	2	1	female	16	2	4	4	12
23	2	1	female	16	5	5	12	17
24	2	1	male	16	5	4	9	18
25	2	1	female	15	4	5	9	17
26	2	1	female	15	4	5	14	21
27	2	1	female	16	3	5	6	16
28	2	1	female	16	5	5	12	17
29	2	1	male	16	5	4	10	17
30	2	1	male	16	3	4	10	14
31	2	1	female	16	5	5	3	16
32	2	1	female	16	4	5	11	19
33	2	1	male	16	5	5	18	20
34	2	1	male	16	4	5	7	15
35	2	1	female	16	4	5	5	15
36	3	1	female	16	2	4	5	17
37	3	1	female	16	3	5	11	12
38	3	1	female	16	3	5	9	15

39	3	1	male	16	3	4	9	20
40	3	1	male	16	4	4	5	14
41	3	1	female	16	3	4	9	20
42	3	1	female	16	4	5	7	12
43	3	1	female	15	2	4	9	20
44	3	1	female	15	4	4	11	14
45	3	1	female	16	4	5	4	17
46	3	1	male	17	4	4	9	18
47	3	1	male	16	4	4	12	20
48	3	1	female	16	3	4	11	19
49	3	1	female	16	4	5	7	17
50	3	1	male	15	5	5	9	18
51	3	1	female	16	3	4	10	17
52	2	1	female	16.08	3.84	4.414	9.94	19
53	1	1	male	16.08	3.84	4.414	9.94	19
54	4	0	female	16	5	5	13	7
55	4	0	male	16	3	5	10	14
56	4	0	female	16	4	5	10	8
57	4	0	male	16	4	4	11	13
58	4	0	male	15	2	5	10	15
59	4	0	male	17	4	5	17	15
60	4	0	female	16	1	5	8	7
61	4	0	male	16	3	4	10	12
62	4	0	female	16	5	5	14	13
63	4	0	male	16	4	5	14	10
64	4	0	female	16	4	5	16	11
65	4	0	male	17	5	5	18	16
66	4	0	male	16	4	5	17	16
67	4	0	male	16	5	5	14	16
68	4	0	male	17	4	5	12	11
69	4	0	male	16	4	5	17	15
70	4	0	male	16	5	5	15	17
71	4	0	male	16	4	4	14	15
72	5	0	male	16	4	5	13	14
73	5	0	female	16	5	5	12	7
74	5	0	female	16	5	5	12	11
75	5	0	female	16	3	5	15	13
76	5	0	female	16	5	5	13	12
77	5	0	female	16	2	5	6	7
78	5	0	male	16	4	5	13	12
79	5	0	male	16	3	5	15	12
80	5	0	male	16	4	5	15	14
81	5	0	male	16	4	5	6	6
82	5	0	male	16	4	5	8	6
83	5	0	male	16	4	5	12	16
84	5	0	male	16	4	5	14	17
85	5	0	male	17	4	5	16	10
86	5	0	male	16	4	5	11	11

87	5	0	male	16	4	4	10	11
88	5	0	male	16	5	5	14	15
89	5	0	male	14	4	5	18	17
90	6	0	female	16	3	3	5	6
91	6	0	female	16	4	4	4	3
92	6	0	female	16	4	4	4	9
93	6	0	female	17	3	4	6	4
94	6	0	female	16	5	3	4	5
95	6	0	female	17	4	2	8	9
96	6	0	female	17	4	3	6	7
97	6	0	female	16	4	3	7	10
98	6	0	female	16	3	1	5	3
99	6	0	female	17	4	4	7	14
100	6	0	female	16	5	5	9	7
101	6	0	female	17	3	3	3	3
102	6	0	female	17	3	3	6	7
103	6	0	female	16	5	3	7	10
104	6	0	female	16	4	3	4	10
105	6	0	female	17	4	2	8	7
106	7	0	female	18	2	4	7	7
107	7	0	female	16	5	4	6	5
108	7	0	female	17	3	3	13	6
109	7	0	female	17	5	4	9	7
110	7	0	female	16	3	4	6	7
111	7	0	female	17	5	4	11	9
112	7	0	female	17	3	4	10	10
113	7	0	female	17	4	5	8	11
114	7	0	female	17	4	4	8	14
115	7	0	female	16	0	4	9	8
116	6	0	female	16.08	3.84	4.414	9.94	4
117	6	0	female	16.08	3.84	4.414	9.94	7
118	7	0	female	16.08	3.84	4.414	9.94	3
119	7	0	female	16.08	3.84	4.414	9.94	8

المجلس الأعلى
للدراسات والبحوث
الاسلامية والعلوم
الاجتماعية