

No:

Adı Soyadı:

Bölümü:

4. YAY SABTİNİN BULUNMASI

Kuramsal Ön Bilgi

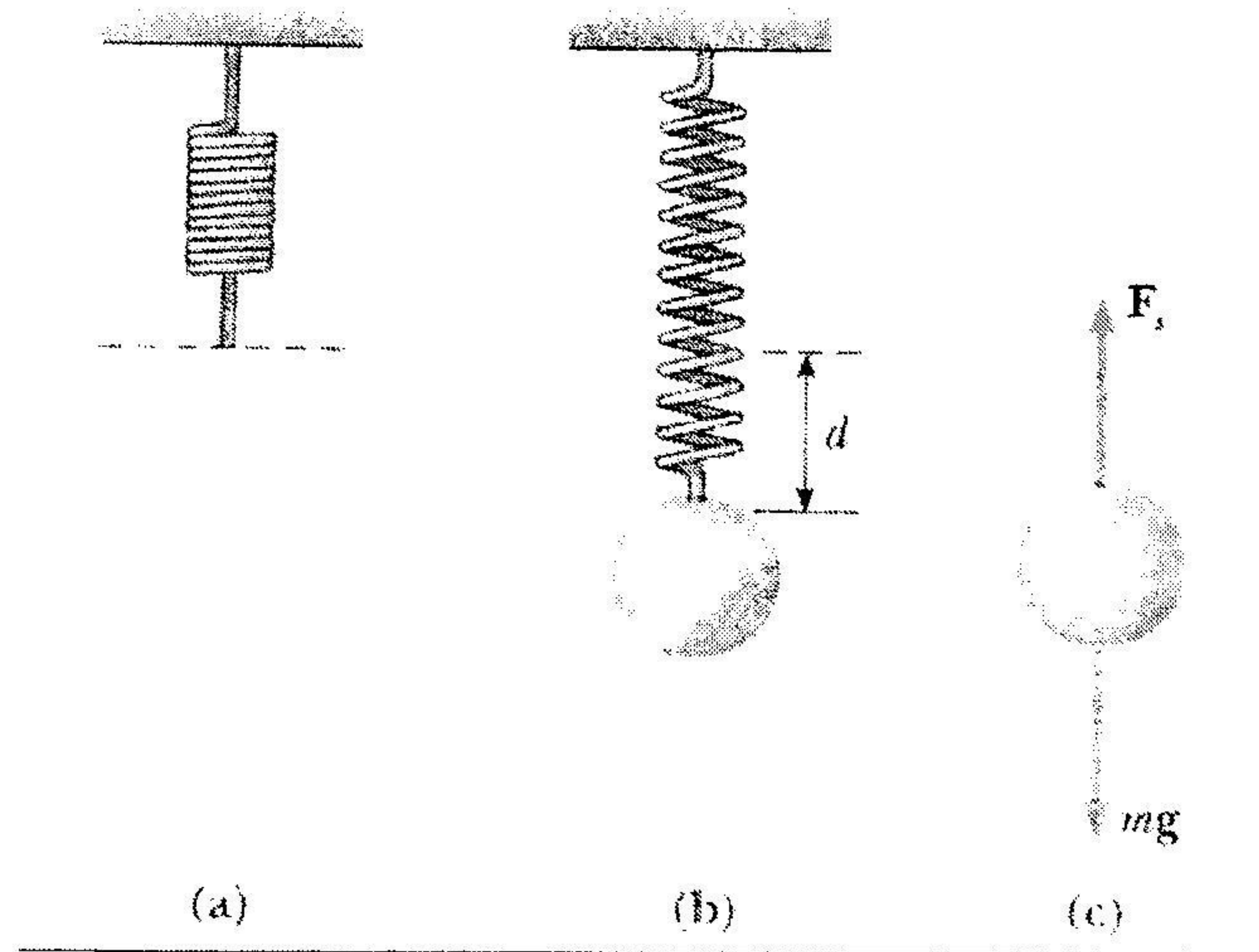
Esneklik sınırları çerçevesi içinde kalınmak koşuluyla, bir yayı denge konumundan d kadar uzaklaştırdığımızda yay kuvveti oluşur. Yay kuvvetinin büyüklüğü $F_s = kd$ olup yönü denge konumundan uzaklaştırma tarafına zıttır. Burada k kuvvet sabiti veya yay sabiti olarak isimlendirilir. Birimi SI birim sisteminde N/m, cgs birim sisteminde dyn/cm dir.

Aşağıdaki düzenekle bir yayın kuvvet sabiti basit biçimde bulunabilir. Yayın denge konumu tespit edilir. Ucuna belli bir kütle asıldığında uzama miktarı okunur. Bu esnada cisim dengededir. Buna göre;

$$F_s = mg$$

$$kd = mg$$

$$k = \frac{mg}{d}$$



Ayrıca şekildeki kütle biraz çekilip serbest bırakıldığında, sistem harmonik hareket yapar. Bu hareket için;

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx$$

yazılabilir. Bu denklemin çözümü;

$$x(t) = x_0 \cos \omega t$$

biçimindedir. Buradan hareketin açısal frekansı;

$$\omega = \sqrt{k/m} \quad \text{veya} \quad T = 2\pi \sqrt{m/k}$$

olur. Buradan yay sabiti şu şekilde elde edilir:

$$k = \frac{4\pi^2}{T^2} m$$

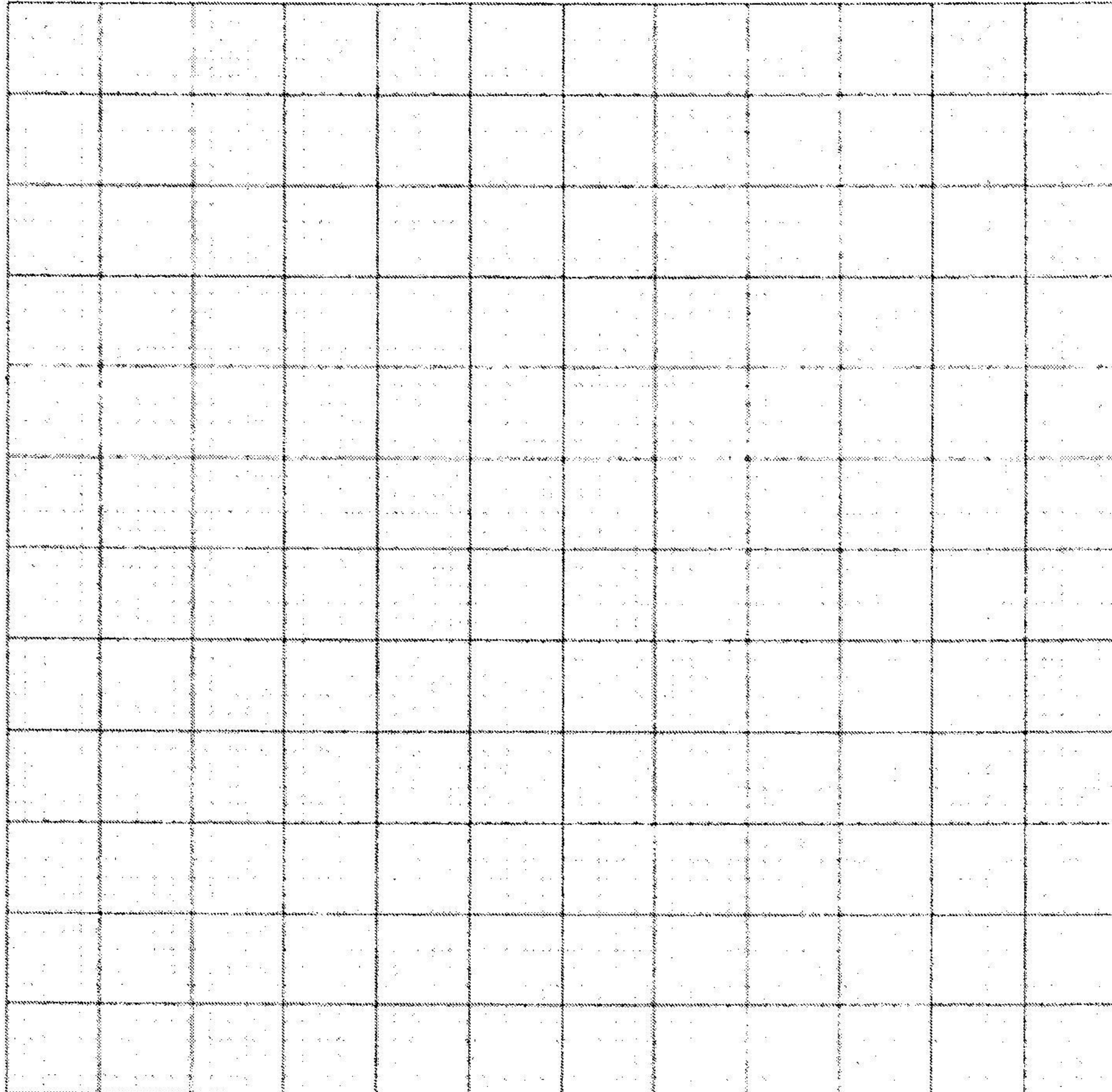
DENEY 1. Yay Sabitinin Yay Kuvvetinden Bulunması

Deneyin Yapılışı

- Yayın ucuna askı asılır ve boş iken yayın denge konumu okunur, tabloya yazılır.
- Askıya kütleler sırasıyla konulur ve her bir denge durumu yeni konumlar okunur, tabloya yazılır.
- Denge durumunda yay kuvveti ağırlığa eşit olur ($F_s = mg$). Bundan yararlanarak yay kuvveti hesaplanır, tabloya yazılır.
- Uzama miktarları hesaplanır ($d = \Delta y$) ve tabloya yazılır.
- $F_s - d$ grafiği çizilir. Grafikten elde edilen doğrunu eğiminden k yay sabiti bulunur ve tabloya yazılır.

m (gr)	$F_s = mg$ (dyn)	y (cm)	$d = \Delta y$ (cm)
0			
5			
10			
15			
20			

k (dyn/cm)	
--------------	--



Yorum:

DENEY 2. Yay Sabitinin Harmonik Salınımdan Bulunması

Deneyin Yapılışı

- Yayın ucuna 20 gr asılı iken 20 salınım yapması için geçen süre okunur (t). Bu ölçüm iki defa yapılır ve ölçümler tabloya yazılır.
- Okunan süre 20 ye bölünerek hareketin periyodu bulunur (T).
- $k = \frac{4\pi^2}{T^2} m$ bağıntısından yararlanarak k yay sabiti bulunur.
- Ortalama k değeri hesaplanarak yandaki tabloya yazılır.

t (s)	T (s)	k (dyn/cm)	$k_{ort.}$ (dyn/cm)

Yorum:

No:

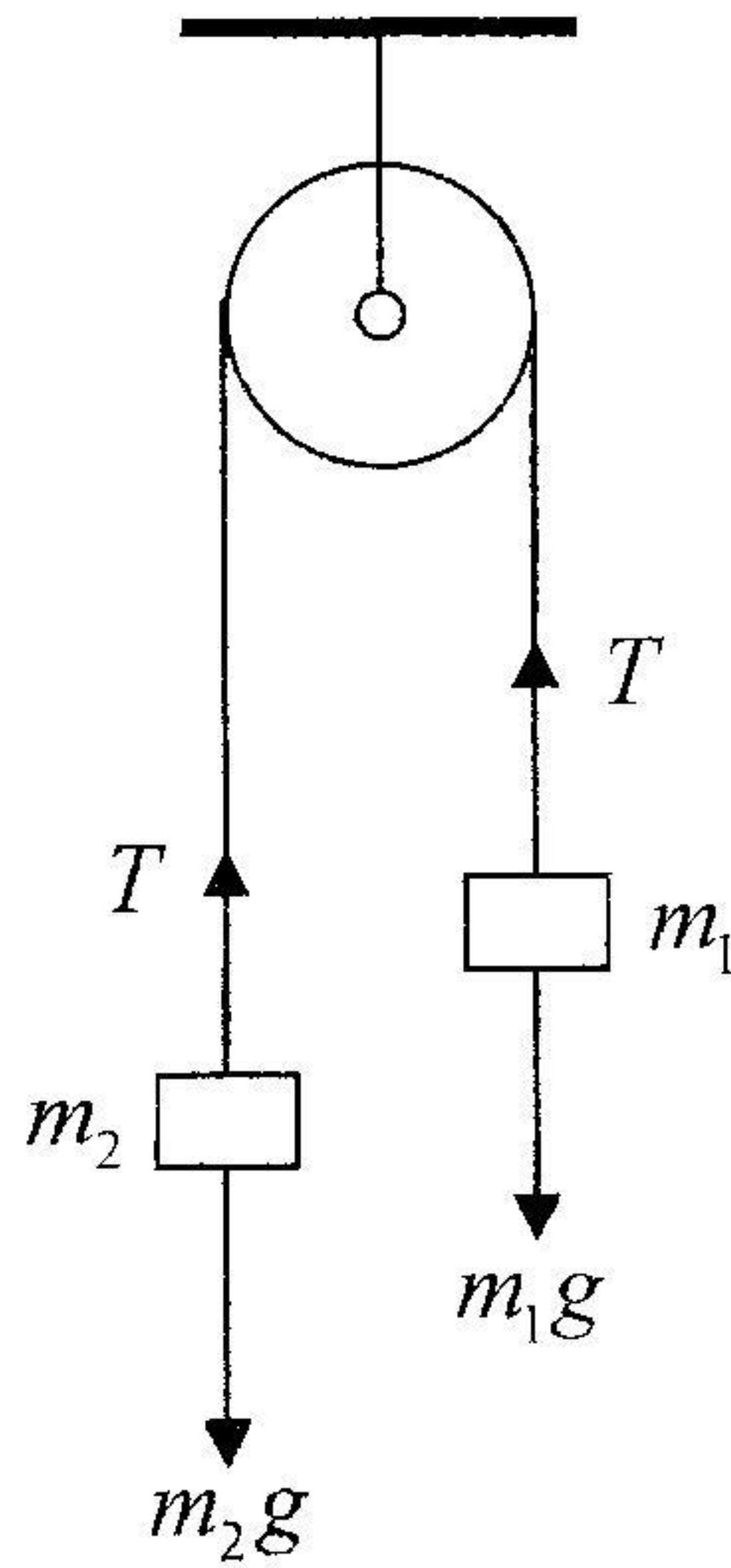
Adı Soyadı:

Bölümü:

3. ATWOOD MAKARASI

Kuramsal Ön Bilgi

Şekildeki Atwood makarasında ip ile makara kütsüz kabul edilebilir ve makara serbest dönüş yapabilmektedir. Asılan kütlelerden biri ivmelendirildiğinde, her iki kütlede de ivmesinin büyüklüğü aynı olacaktır.



$m_1 > m_2$ olduğu durumda Newton hareket denklemleri;

$$m_1 g - T = m_1 a$$

$$T - m_2 g = m_2 a$$

olur. Her iki denklemden;

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g$$

ortak ivmesi dinamik olarak bulunur.

Sistem ilk hızsız ($v_{yi} = 0$) ve $y_i = 0$ dan harekete başlarsa

$$y = \frac{1}{2} a t^2$$

denklemini yardımı ile ivme kinematik olarak bulunabilir. Bu bağlamda örneğin değişik düşey yerdeğiştirmelere karşılık süreler ölçülür. Sonra ölçülen sürelerin karesi alınarak $y - t^2$ grafiği çizilebilir.

Grafikten elde edilen doğrunun eğimi $\frac{1}{2} a$ olacaktır. Buradan ivme bulunur.

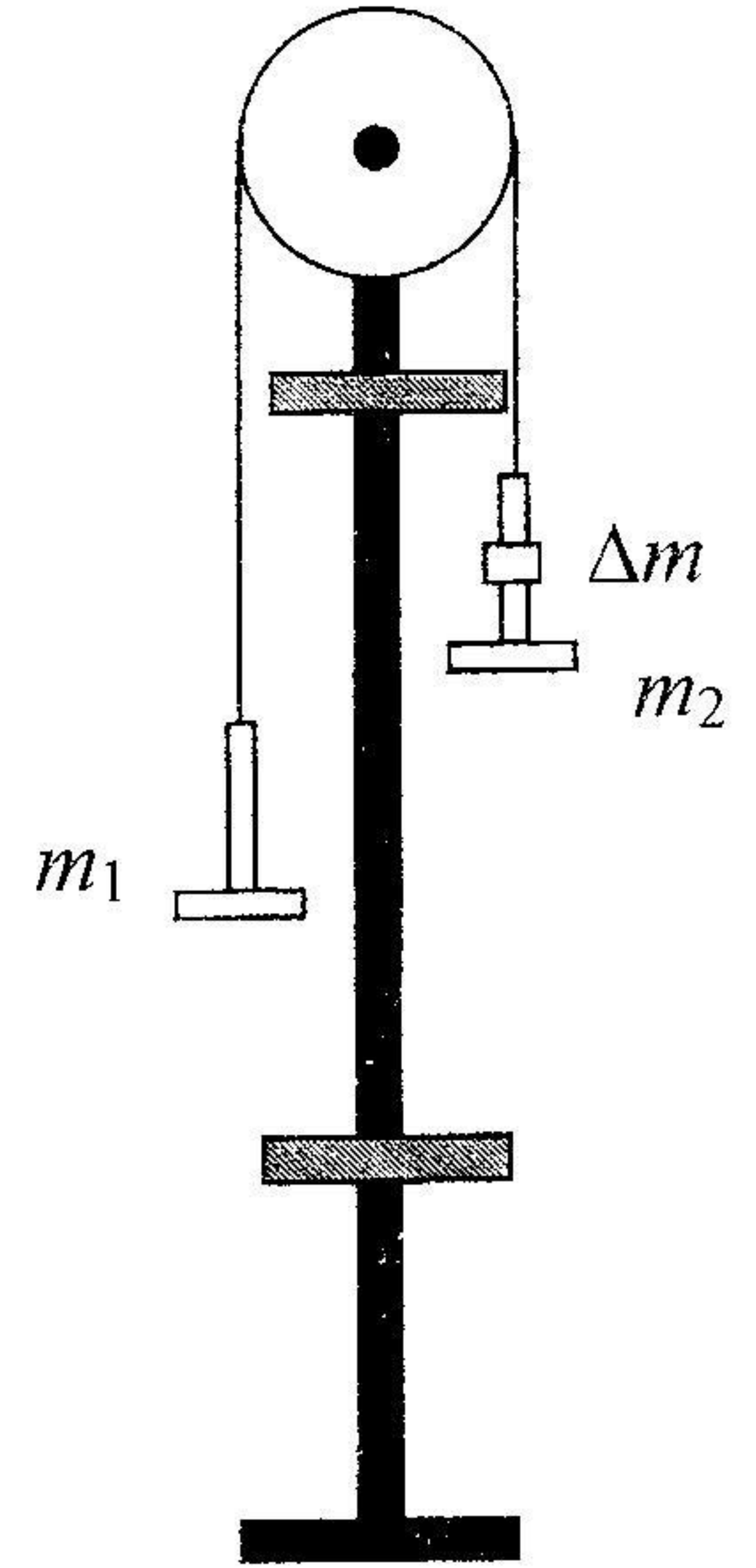
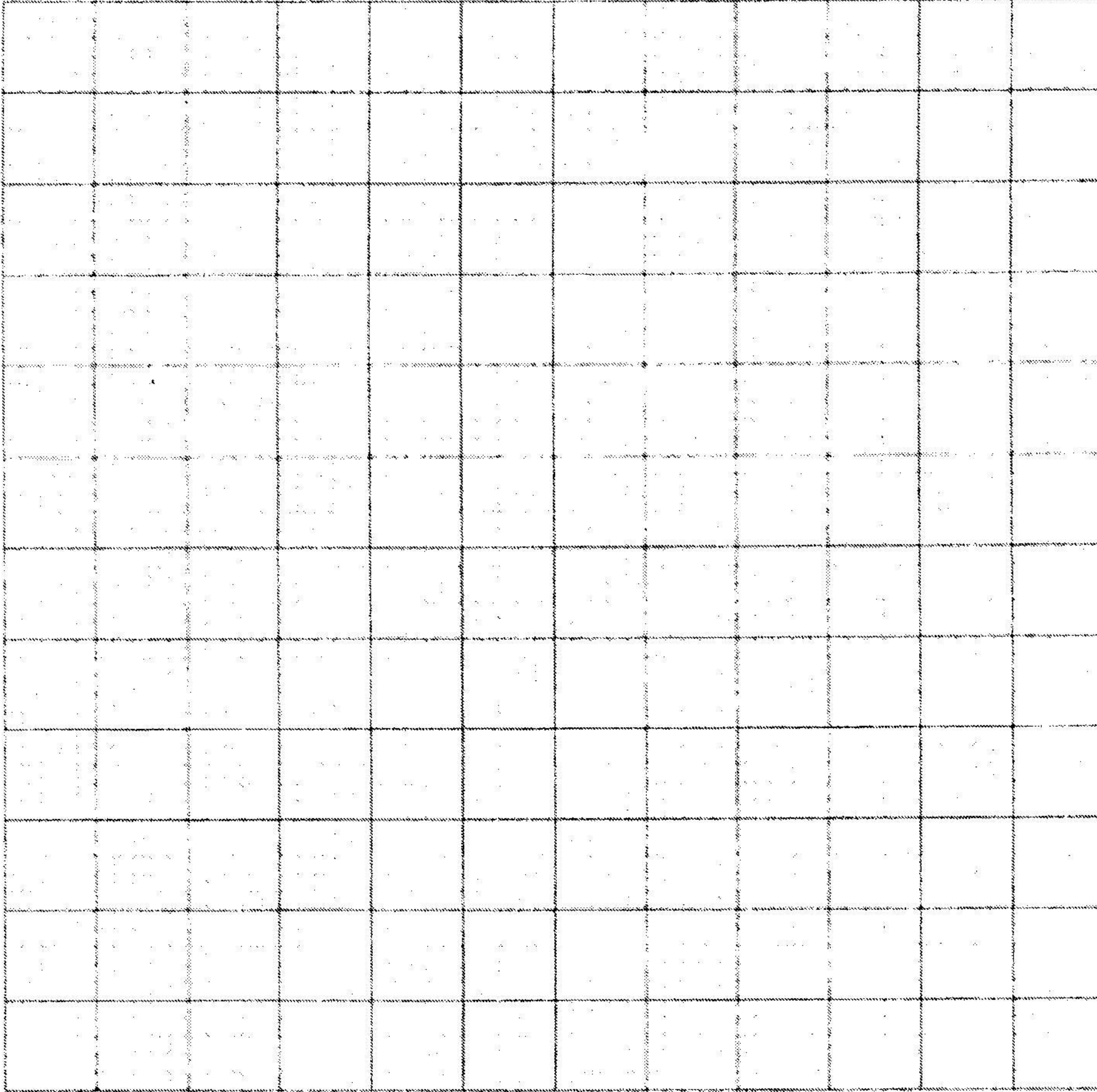
DENEY: Atwood Makarası

Deneyin Yapılışı

- Aşağıda şekli görülen düzenek kurulur. Düzenekte kullanılan m_1 , m_2 ve Δm kütlelerinin değerleri tablodaki yerlerine yazılır.
- $y = 30, 50, 65, 80$ cm kadarlık yoların ne kadar sürede alındığı kronometre ile ölçülür. Her biri için ölçüm iki defa alınır ve ölçüler tabloya yazılır.
- Ortalama t süreleri hesaplanır ve tabloya yazılır.
- t süresinin karesi alınarak son sütuna yazılır.
- $y = \frac{1}{2}at^2$ eşitliğine göre $y-t^2$ grafiği çizilir. Grafikten elde edilen doğrunun eğimi $\frac{1}{2}a$ olduğundan a ivmesinin kinematik bulunuşu yapılır, tabloya yazılır.
- $a = g \frac{(m_2 + \Delta m) - m_1}{m_1 + m_2 + \Delta m}$ ifadesinden kuramsal değeri bulunur ve tabloya yazılır.

y (cm)	t_1 (s)	t_2 (s)	$t_{ort.}$ (s)	t^2 (s ²)
30				
50				
65				
80				

m_1 (gr)	
m_2 (gr)	
Δm (gr)	
DeneySEL a (cm/s ²)	
Kuramsal a (cm/s ²)	



Yorum:

No:

Adı Soyadı:

Bölümü:

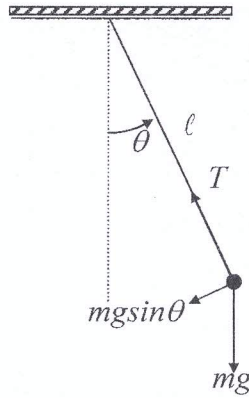
2. MATEMATİK SARKAÇ

Kuramsal Ön Bilgi

Bir A eksenini etrafında dönmekte olan bir cisim için tork,

$$\tau_A = I_A \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

ile verilir. Burada I_A bu eksene göre eylemsizlik momenti ($I_A = \int r_A^2 dm$) ve θ dönme açısıdır.



Şekilde görülen matematik sarkaç, kütlesi ihmal edilen ℓ uzunluklu bir ip ve ℓ 'ye göre çok küçük boyutta (noktasal varsayılan) bir m kütlesinden oluşur. Bu sarkaç için hareket denklemi;

$$-mg\ell \sin\theta = m\ell^2 \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

olur. Küçük açılar için ($\theta < 10^\circ$) $\sin\theta \approx \theta$ (rad) alınarak;

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \omega^2\theta = 0$$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{\ell}\theta = 0$$

denklemini elde edilir. Burada açısal frekans

$$\omega = \sqrt{g/\ell}$$

ve periyot

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\ell/g}$$

ile verilir.

Deneyin Yapılışı

- | ℓ (cm) | T_1 (s) | T_2 (s) | T_3 (s) | $T_{\text{ort.}}$ (s) | T^2 (s ²) |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|-------------------------|
| 35 | | | | | |
| 50 | | | | | |
| 65 | | | | | |
| 80 | | | | | |

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---

Yorum:

No:

Adı Soyadı:

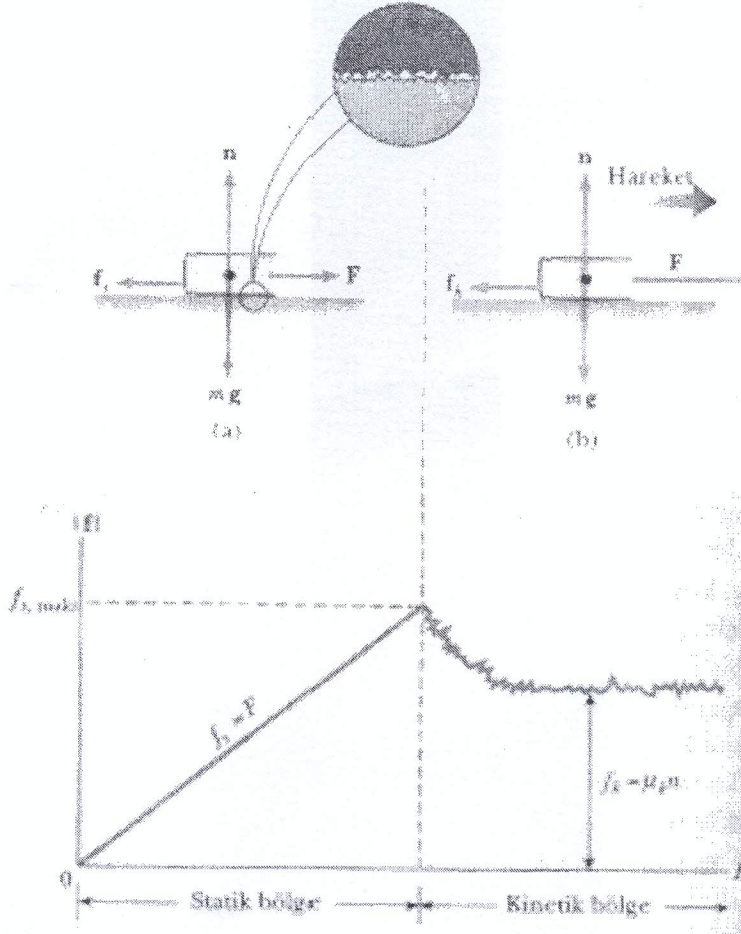
Bölümü:

1. STATİK ve KİNETİK SÜRTÜNME KATSAYISININ BULUNMASI

Kuramsal Ön Bilgi

Bir cisim, pürüzlü bir yüzeyde, hava ve su gibi ortamlarda hareket ediyorsa, çevresi ile arasında hareketi engelleyici bir direnç doğar. Bu dirence sürtünme kuvveti denir.

Şekilde gösterilen kitap dikkate alınsın. Yatay uygulanan F kuvveti yeterince büyük değilse kitap hareket etmeyecektir. Kitabın hareketini engelleyen bir sürtünme kuvveti oluşur. Bu sürtünme kuvveti kitap hareket etmediği müddetçe uygulanan yatay kuvvete eşit olur ($f = F$). Kitap durgun olduğundan bu sürtünme kuvvetine statik (durgun) sürtünme kuvveti denir ve f_s ile gösterilir. F kuvveti artırılırsa sonunda kitap kaymaya başlayacaktır. Kitap tam harekete başlama eşiğindeyken statik sürtünme kuvveti maksimum değerindedir ($f_{s,max}$). Bu değeri aştıktan sonra kitap sağa doğru ivmeleneyecektir. Kitap harekete başladıktan sonra sürtünme kuvvetinin değeri biraz düşer ve bir değerden sonra yaklaşık sabit bir değerde kalır. Kitap hareket halindeyken oluşan sürtünme kuvvetine kinetik sürtünme kuvveti denir ve f_k ile gösterilir. $F > f_k$ ise; kitap ivmeli hareket eder. Eğer kitap sabit süratle hareket ederse $F = f_k$ olur. Sürtünme kuvvetinin uygulanan kuvvetle değişimi grafikte görüldüğü gibidir.

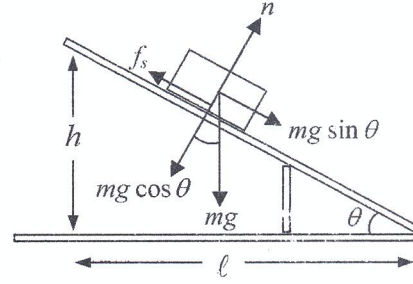


Birbiriyle temas halinde olan iki yüzey arasında statik sürtünme kuvveti uygulanan kuvvete zıt yönlüdür ve $f_s \leq \mu_s n$ değerine sahiptir. Burada μ_s statik sürtünme katsayısıdır ve boyutsuzdur, n ise normal kuvvettir.

Hareket eden bir cisme etki eden kinetik sürtünme kuvveti, daima cismin hareket yönüne zıt yönde oluşur ve $f_k = \mu_k n$ değerine sahiptir. Burada μ_k kinetik sürtünme katsayısıdır ve boyutsuzdur.

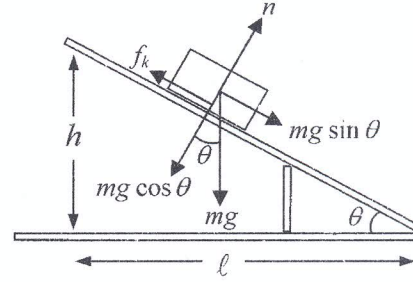
Deneysel olarak μ_s katsayısını basit biçimde belirlemek için aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi eğik düzlemde bir cisim dikkate alınabilir. Eğik düzlemin eğim açısı, cismin hareket eşiğine ulaşınca kadar artırılır. Hareket eşiğinde eğik düzlemin eğim açısı tespit edilir. Bu kritik açı değerinden yararlanarak μ_s bulunur.

$$\begin{aligned} mg \sin \theta - f_s &= 0; & f_s &= \mu_s n \\ mg \sin \theta - \mu_s n &= 0 \\ mg \sin \theta - \mu_s mg \cos \theta &= 0 \\ \mu_s &= \tan \theta = \frac{h}{\ell} \end{aligned}$$



Deneysel olarak μ_k kinetik sürtünme katsayısını belirlemek için yine eğik düzlemde bir cisim dikkate alınabilir. Cisim eğik düzlemde ya sabit süratle hareket ettirilmeli ya da ivmeli hareket ettirilmeli. İvmeli hareket ettirmek daha kolay olur. Bu bağlamda eğik düzlem kritik açı değerinin biraz üstünde bir değere ayarlanır ve cismin ivmeli hareket yapması sağlanır. Bu harekette cismin belli bir mesafeyi ne kadar sürede aldığı ölçülür. Bundan yararlanarak ivmesi hesaplanır ve denklemde yerine konularak μ_k kinetik sürtünme katsayısı bulunur.

$$\begin{aligned} mg \sin \theta - f_k &= ma; & f_k &= \mu_k n \\ mg \sin \theta - \mu_k n &= ma \\ mg \sin \theta - \mu_k mg \cos \theta &= ma \\ \mu_k &= \frac{g \sin \theta - a}{g \cos \theta} \end{aligned}$$

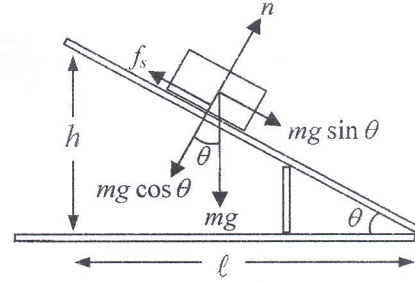


DENEY 1. Statik Sürtünme Katsayısı

Deneyin Yapılışı

- Blok eğik düzlem üzerine yerleştirilir. θ açısı yavaş yavaş artırılarak bloğun harekete başladığı andaki θ değeri belirlenir, tabloya yazılır. Deney üç defa tekrarlanır.
- Her bir ölçüm için statik sürtünme katsayısı $\mu_s = \tan \theta = \frac{h}{\ell}$ ifadesinden hesaplanır, tabloya yazılır.
- Bulunan μ_s değerlerinin ortalaması alınır, tabloya yazılır.

Ölçüm Sayısı	1	2	3
Okunan h değeri	15.2	15.2	15.2
Okunan ℓ değeri	7.5	7.5	7.5
Hesaplanan μ_s değerleri			
Ortalama μ_s			



Yorum:

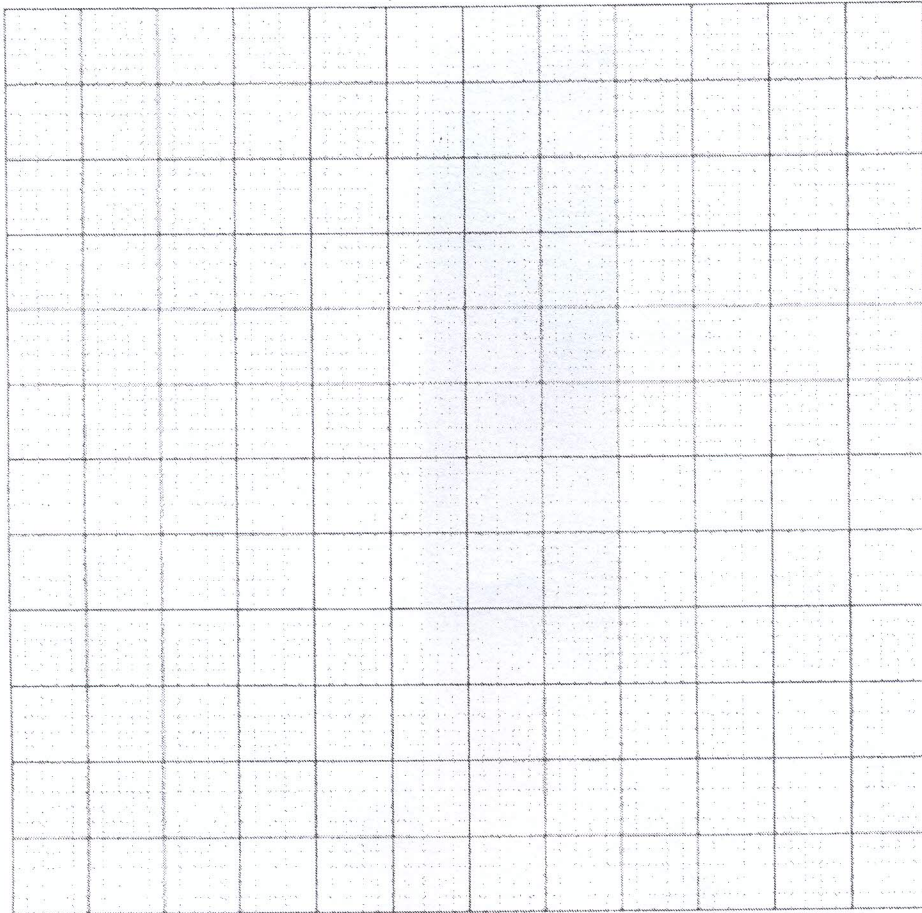
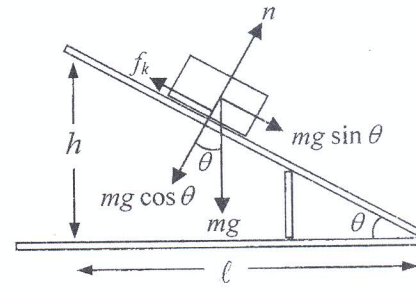
DENEY 2. Kinetik Sürtünme Katsayısı

Deneyin Yapılışı

- Bloğun hareket eşiğinin biraz üzerinde bir açı ayarlanır ve bu açı tablonun üzerine yazılır.
- Blok serbest bırakılır ve tabloda görülen mesafeleri ne kadar sürede aldığı ölçülür. Her bir mesafe için deney iki defa yapılır, ölçüler tabloya yazılır.
- Ölçülen sürelerin ortalaması hesaplanır ve tabloya yazılır.
- Bu ortalama sürelerinin kareleri hesaplanır ve tabloya yazılır.
- $x-t^2$ grafiği çizilir. Grafikten ivme bulunur tabloya yazılır. Doğrunun eğiminin $\frac{1}{2}a$ olduğuna dikkat edilmelidir.
- $\mu_k = \frac{g \sin \theta - a}{g \cos \theta}$ ifadesinden kinetik sürtünme katsayısı hesaplanır, tabloya yazılır.

θ (°)	
--------------	--

Mesafe x (cm)		40	50	60	70
t (s)	t_1				
	t_2				
Ortalama t (s)					
t^2 (s ²)					
a (cm/s ²)					
μ_k					



Yorum: