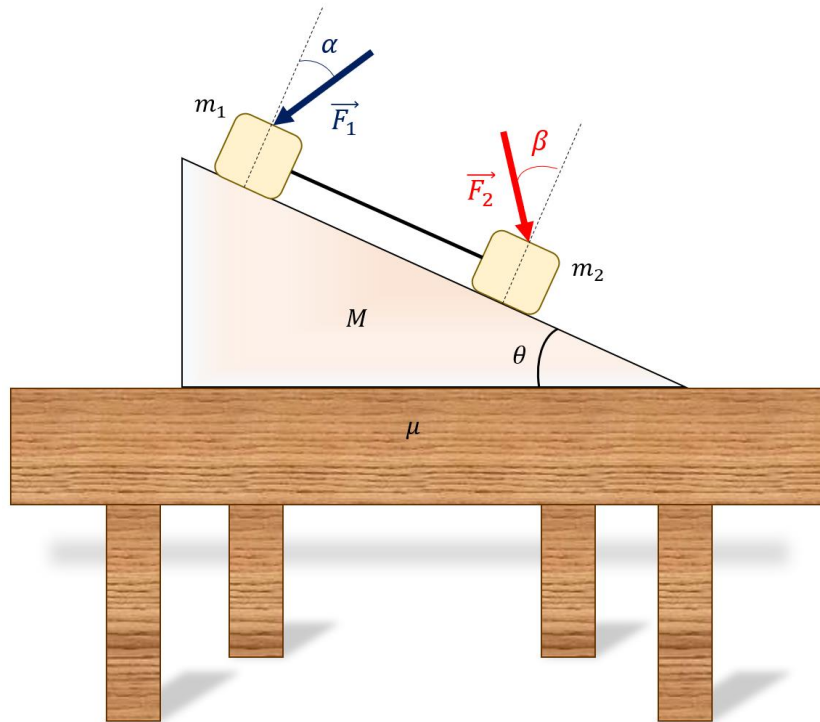


1. Considereu el sistema mostrat en la figura següent:



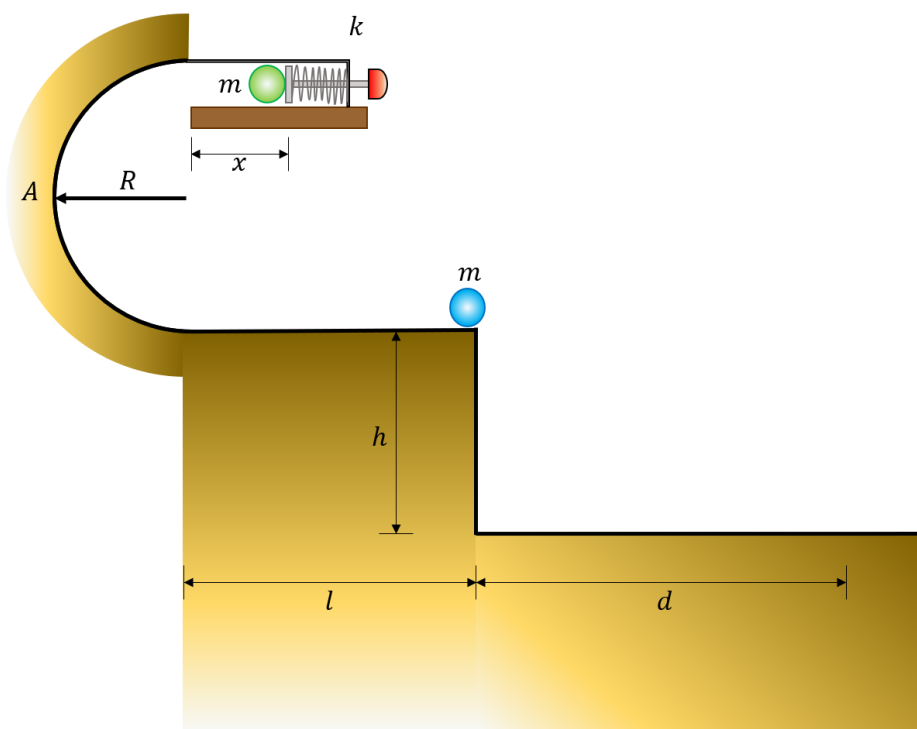
Format per dos blocs, units per una barra rígida de massa negligible, que es troben sobre un pla inclinat de massa M , el qual reposa sobre una taula on hi ha fregament de coeficient μ desconegut. Els coeficients de fregament entre cadascun dels blocs i el pla inclinat són $\mu_1 = 0.2$ i $\mu_2 = 0.4$, respectivament. Les forces \vec{F}_1 i \vec{F}_2 són dues forces externes que actuen sobre cadascun dels blocs, com s'indica a la figura. Considereu les dades següents: $m_1 = 1$ kg, $m_2 = 2$ kg, $M = 15$ kg, $\theta = 60^\circ$, $\alpha = 20^\circ$, $\beta = 30^\circ$, $F_1 = 100$ N, $F_2 = 350$ N i $g = 9.8$ m/s².

- a) Feu el diagrama del cos lliure de tots els elements del sistema.

Considereu que la força de fregament entre el pla inclinat i la taula és suficient per a que aquest no es mogui i determineu:

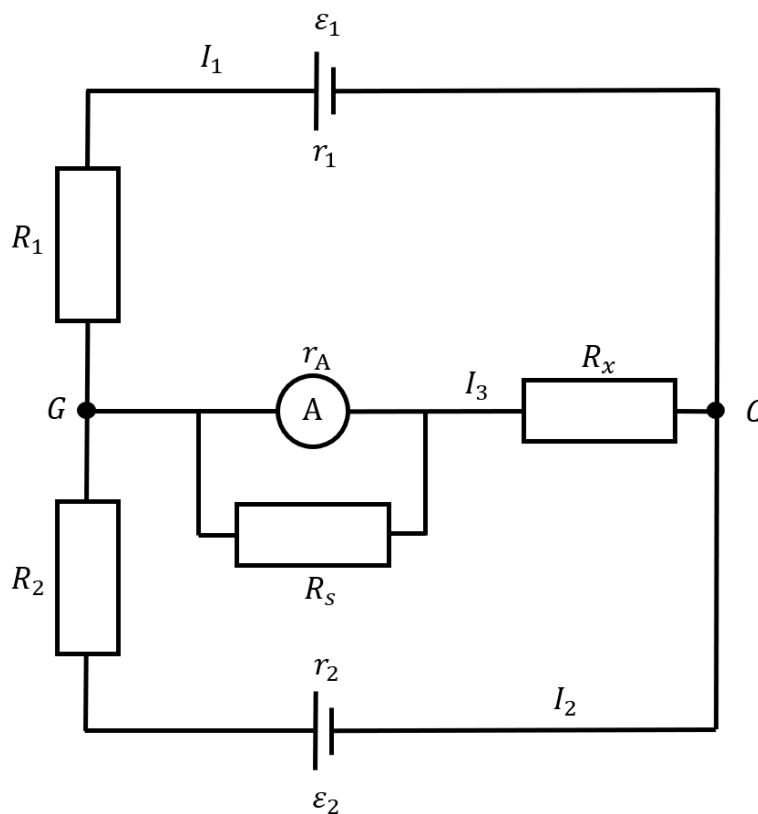
- b) L'acceleració dels dos blocs. Dieu si es mouen cap amunt o cap avall sobre el pla inclinat.
 c) La tensió de la barra que uneix els dos blocs.
 d) La força de fregament entre el pla inclinat i la taula. Quant val la força de contacte normal entre el pla i la taula?
 e) El coeficient de fregament μ entre les superfícies del pla i la taula.
 f) En cas que el pla inclinat es pogués moure, a partir dels vostres resultats previs, digueu cap a on es mouria aquest (dreta o esquerra sobre la taula), i per què.

2. Disposem d'un sistema llançador de bales (que considerarem partícules puntuals) com el que es mostra en la figura (les bales es mouen únicament en el pla del paper). A partir de les dades numèriques de la taula, prenent $g = 9.8 \text{ m/s}^2$, i considerant que el xoc entre les dues bales és totalment elàstic, sabent que només hi ha fregament en el tram horitzontal de longitud l , determineu:
- La compressió x de la molla per tal que la bala blava arribi a la distància d indicada a la taula. Exprimeu el resultat en cm.
 - La velocitat de sortida de la bala blava.
 - El treball realitzat per la força de fregament en el tram horitzontal de longitud l sobre la bala blava.
 - El valor de la força normal sobre la bala blava en el punt A .
 - Després de l'impacte amb la bala blava, la bala verda tornarà a la seva posició inicial? Justifica la teva resposta.
 - Si no hi hagués fregament, amb el valor de la compressió x de la molla que heu determinat en l'apartat a), calculeu quina seria la distància d' (abast) de la bala blava en cm.
 - En el cas en que si hi ha fregament en el tram horitzontal de longitud l , suposeu que en el lloc de la bala blava hi ha una paret, i que l'impacte entre la bala blava i aquesta paret dura 10^{-5} s . Suposeu també que la secció de contacte entre la bala i la paret en el xoc és de 5 cm^2 i que les nostres bales, de vidre, suporten un esforç màxim de 3.3 kN/cm^2 . A partir d'aquestes dades i suposicions, quina és la compressió màxima $x_{\text{màx}}$ que podem fer a la molla sense que la bala blava s'esquerdi al llençar-la contra la paret?



k (N/m)	R (cm)	h (cm)	l (cm)	d (cm)	m (g)	μ
1500	15	80	60	100	50	0.8

3. Considereu el següent circuit:



On les resistències minúscules fan referència a les resistències internes dels aparells i fonts d'alimentació.

A partir de les dades de la taula adjunta:

R_1 (Ω)	R_2 (Ω)	R_S (Ω)	r_1 (Ω)	r_2 (Ω)	r_A (Ω)	ε_1 (V)	ε_2 (V)
4.9	3	0.01	0.1	0.1	0.1	10	5

a) Determineu el valor de la resistència R_x per tal que $I_2 = 0$ A.

En aquestes circumstàncies, determineu també:

- La diferència de potencial entre els punts G i C .
- El valor de les intensitats I_1 i I_3 .
- La intensitat que marcarà l'amperímetre.
- Proposeu un esquema experimental amb el qual podríeu mesurar la resistència R_x .
- Argumenteu perquè l'amperímetre del problema, en concret, no seria una bona elecció com a aparell de mesura al laboratori. Quin és el paper de la resistència R_S ?

4. Poc després del seu descobriment l'any 1885 es va observar que quan els raigs X incidien sobre alguns materials s'emeten raigs X secundaris, fenomen que avui anomenem fluorescència de raigs X.

L'any 1912, Laue, Friedrich i Knipping van demostrar la naturalesa ondulatoria dels raigs X en comprovar que quan travessen cristalls de minerals es produeixen patrons d'interferència; això és degut a que els cristalls, siguin de minerals o de compostos sintètics, tenen plans cristal·lins amb una separació adient per a funcionar com a xarxes de difracció per als raigs X, d'una forma semblant a com un CD descompon la llum d'una bombeta que s'hi reflecteix. Això va permetre mesurar la seva longitud d'ona i, poc després, cap el 1913, la construcció d'espectròmetres per a poder analitzar les longituds d'ona presents en les fonts de raigs X.

Amb aquestes eines, l'any 1914, es va comprovar que la freqüència (o l'energia) dels raigs X que es produeixen quan els electrons accelerats xoquen amb un metall augmenta regularment al llarg dels elements successius de la Taula Periòdica i que la propietat que era clau en l'ordenació d'elements en la Taula no era la massa atòmica (A) sinó la càrrega del nucli, el que ara anomenem nombre atòmic (Z).

Si els raigs X es produeixen no per impacte d'electrons accelerats sinó per fluorescència succeeix el mateix: l'energia dels raigs X emesos augmenta amb el nombre atòmic de l'element irradiat. Com que cada element químic emet raigs X d'energies ben definides, la fluorescència de raigs X permet saber quins elements químic hi ha en una mostra.

Hi ha diferents tipus de detectors per a raigs X, entre ells els comptadors proporcionals. Es tracta de tubs on s'aplica una tensió de l'ordre de 2 kV entre un fil central i la paret del tub. Quan hi entra un fotó de raigs X la ionització del gas dins del tub dona lloc a un impuls elèctric amb una càrrega elèctrica proporcional a l'energia del fotó. Amb els circuits electrònics adients s'obtenen impulsos elèctrics cadascun dels qual té una tensió proporcional a l'energia del fotó que l'ha produït. Si es mesuren les tensions dels senyals successius i es representa el nombre de senyals en funció del seu voltatge (o energia) s'obté l'espectre de raigs X (la Figura 1 mostra un exemple per al Cu).

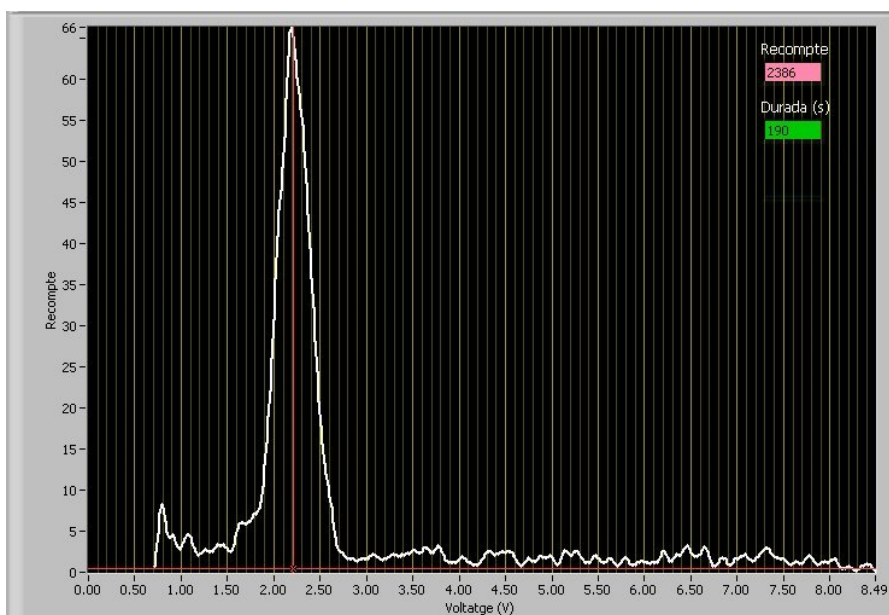


Figura 1. Espectre de raigs X del coure

En un experiment s'han irradiat amb raigs X diferents elements químics posats al davant d'un comptador proporcional. S'ha obtingut l'espectre de fluorescència de raigs X de cadascun d'ells mesurant les tensions d'un gran nombre de senyals elèctriques produïdes pel comptador. L'espectre d'aquests elements només té una línia espectral i la tensió dels senyals corresponents al centre de la línia es mostra a la taula següent:

Element	Nombre atòmic Z	Massa atòmica A (u)	V (V)
Ti	22	47.9	1.24
Cr	24	52.0	1.48
Mn	25	54.9	1.63
Fe	26	55.8	1.74
Co	27	58.9	1.89
Ni	28	58.7	2.04
Cu	29	63.5	2.20
Zn	30	65.4	2.37
Ga	31	69.7	2.50
Ge	32	72.6	2.66
As	33	74.9	2.87
Se	34	78.9	3.06
Br	35	79.9	3.21
Rb	37	85.5	3.58
Sr	38	87.6	3.79
Y	39	88.9	4.04
Zr	40	91.2	4.16
Nb	41	92.9	4.36
Mo	42	95.9	4.67

Es comprova que a mesura que s'avança a la Taula Periòdica i augmenta el nombre atòmic de l'element, també augmenta la tensió dels senyals elèctrics produïts en el comptador (que és proporcional a l'energia dels fotons de raigs X).

L'objectiu de l'experiment és deduir la dependència entre la tensió corresponent als senyals de fluorescència i el nombre atòmic de l'element irradiat. Per a fer-ho, suposarem que la relació es del tipus:

$$V^a = bZ$$

Sabent això i a partir de les dades experimentals de la taula:

- Transformeu l'expressió donada en una altra que mostri una dependència lineal entre una funció del potencial V i una funció de Z .
- Representeu gràficament aquestes funcions de V i Z de manera que a partir de la representació gràfica pugueu extreure el valor numèric de l'exponent a .
- Determineu el valor de l'exponent a .
- L'ordenació original dels elements a la Taula Periòdica era per la seva massa atòmica. Els experiments d'emissió de les línies característiques de raigs X dels elements van mostrar que l'ordenació correcta havia de ser pel nombre atòmic. A partir de les dades que hi ha a la taula expliqueu per què és així.

Solucions

Problema 1.

- a) –
- b) $a = 19.64 \text{ m/s}^2$
- c) $T = 65.12 \text{ N}$
- d) $F_f = 10.28 \text{ N}, N = 158.59 \text{ N}$
- e) $\mu = 0.065$
- f) Cap a l'esquerra.

Problema 2.

- a) $x = 1.79 \text{ cm}$
- b) $v_{\text{sortida}_{\text{hlava}}} = 2.47 \text{ m/s}$
- c) $W_{F_f} = -0.2352 \text{ J}$
- d) $N = 4.18 \text{ N}$
- e) –
- f) $d' = 165 \text{ cm}$
- g) $x_{\text{màx}} = 2.2 \text{ cm}$

Problema 3.

- a) $R_x = 4.991 \Omega$
- b) $\Delta V_{GC} = 5 \text{ V}$
- c) $I_1 = I_3 = 1 \text{ A}$
- d) $I_A = 0.091 \text{ A}$
- e) –
- f) –

Problema 4.

- a) $\ln(V) = \frac{1}{a} \ln(b) + \frac{1}{a} \ln(Z)$, o bé: $\ln(Z) = a \ln(V) - \ln(b)$
- b) –
- c) A partir de la regressió lineal de la representació feta en b) s'obté $a = 0.49$
- d) –