Háskóli Íslands
Eðlisfræði

Raunvísindadeild
9. desember 2010

# EÐL102G/103G: Eðlisfræði 1V/R
# Lokapróf á haustmisseri 2010

9. desember 2010 kl. 9-12

Kennari: Snorri Ingvarsson, prófessor

Leyfileg hjálpargögn: Vasareiknir sem geymir ekki texta.

Exam aids: Pocket calculator that does not store text.

Prófið er á 9 tölusettum síðum og því fylgir 6 síðna formúlublað. Vægi dæma er gefið í hundraðshlutum.

The exam is on 9 numbered pages and includes a 6 page formula sheet. The weight of each problem is indicated in percent.

**Vinsamlegast skrifið allt sem þið viljið fá metið í prófbókina. Hafið svörin í réttri röð.** Skiljið því eftir pláss ef þið sleppið einhverju í fyrstu yfirferð.

**Please write everything you would like graded into the exam booklet. Keep your answers in the correct order.** Leave space if you skip a question in your first pass.

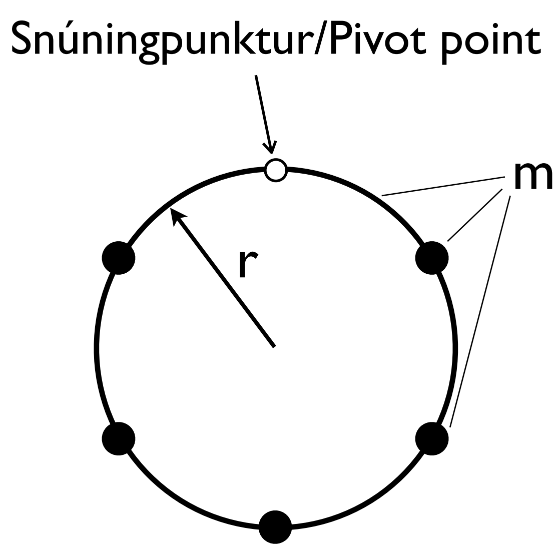
**Dæmi 1 (24%):** Hringlaga gjörð, massi $m$, með 6 jafndreifðum götum hangir á einu gatinu (þyngdarhröðun jarðar er $g = 9.82$ m/s$^2$). Í hin 5 eru festir massar, $m$ hver. Geisli gjarðarinnar er $r$ og heildarmassi kerfisins er $6m$.
$[m = 0.2$ kg; $r = 0.3$ m; $I_{\text{gjörð}} = mr^2]$

**(a)** Hvar er massamiðja heildarkerfisins miðað við hnitakerfi með upphaf í miðju gjarðarinnar?

**(b)** Ef gjörðin sveiflast fram og tilbaka um sjötta gatið, undir litlu horni, hver er sveiflutíminn $T_1$?

**(c)** Hver verður sveiflutíminn $T_2$ ef við tvöföldum alla massana (massa gjarðar líka)? *Rökstyðjið svarið.*

**A.** $T_2 = 4T_1$,
**B.** $T_2 = 2T_1$,
**C.** $T_2 = \sqrt{2}T_1$,
**D.** $T_2 = T_1/\sqrt{2}$,
**E.** $T_2 = T_1$,




**Problem 1 (24%):** A circular ring, mass $m$, with 6 evenly spaced holes, hangs from one of the holes (gravitional acceleration $g = 9.82$m/s$^2$). Attached to the remaining 5 holes are masses, $m$ each. The radius of the ring is $r$ and the total mass of the system is thus $6m$.
$[m = 0.2$ kg; $r = 0.3$ m; $I_{\text{ring}} = mr^2]$ . . . continues. . .

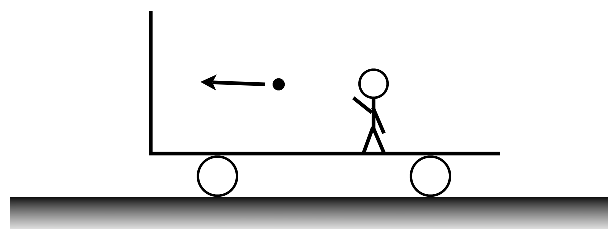
**(a)** Where is the center of mass of the system, with respect to a coordinate system whose origin is at the center of the ring?

**(b)** If the ring is allowed to swing back and forth hanging from the sixth hole, under a small angle, what is the period of oscillation $T_1$?

**(c)** If we double all the masses (including the ring), what will be the period of oscillation $T_2$? *Justify your answer.*

**A.** $T_2 = 4T_1$,
**B.** $T_2 = 2T_1$,
**C.** $T_2 = \sqrt{2}T_1$,
**D.** $T_2 = T_1/\sqrt{2}$,
**E.** $T_2 = T_1$,

**Dæmi 2 (7%):** Nemandi í Eðlisfræði 1 er að gera tilraunir með skriðþungavarðveislu. Hann stendur á palli á hjólum og kastar ýmist ósoðnum eggjum eða golfkúlum í vegg sem er fastur við pallinn. Rökstyðjið hvort þið haldið að hann komist af stað með þessum hætti. Hefur val hans á milli eggja eða golfkúlna einhver áhrif á niðurstöðuna?



**Problem 2 (7%):** A student in Eðlisfræði 1 is experimenting with momentum coservation. He stands on a platform on wheels and throws either unboiled eggs or golf balls at a wall attached to the platform. Argue whether you believe he can start the platform moving this way. Is the result affected by his choice between eggs and golf balls.

**Dæmi 3 (15%):** Massinn $M = 20$ kg hangir í 10 m löngum koparvír (Cu). Vírinn er 1 mm í þvermál.

$[\rho_{\text{Cu}} = 8940 \text{ kg/m}^3; Y_{\text{Cu}} = 128 \text{ GPa}]$.

**(a)** Hver er sveiflutími pendúlsins fyrir lítil útslagshorn?

**(b)** Pendúllinn er stoppaður snöggt við lóðrétta stöðu. Við það myndast bylgjupúls sem ferðast upp eftir koparvírnum. Hve langan tíma tekur það púlsinn að komast alla leið upp og tilbaka aftur? Hér má gera ráð fyrir að togkrafturinn í vírnum sé fasti.

**(c)** Ef púlsinn er við tímann $t = 0$:

$$y(x, 0) = \frac{0.005}{x^2 + 0.5} \qquad [\text{m}]$$

þar sem $x$ er fjarlægð upp eftir vírnum og $y$ er lárétt færsla vírsins frá jafnvægisstöðu, hvort tveggja í metrum. Hvert er þá form $y(x,t)$?

**(d)** Ef massinn $M$ er nú fjarlægður, hver verður hlutfallsleg stytting koparvírsins? Hér má hunsa massa vírsins.

**Problem 3 (15%):** A mass $M = 20$ kg hangs from a 10 m long copper wire (Cu). The wire diameter is 1 mm.

$[\rho_{\text{Cu}} = 8940 \text{ kg/m}^3; Y_{\text{Cu}} = 128 \text{ GPa}]$.

**(a)** What is the period of oscillation for this pendulum undergoing small amplitude oscillations?

**(b)** The pendulum is stopped abruptly in the vertical position. This generates a wave pulse that travels up the Cu-wire. How long does it take the pulse to travel all the way up the wire and back down again? You can assume the tension in the wire is constant.

**(c)** If at time $t = 0$ the pulse shape is

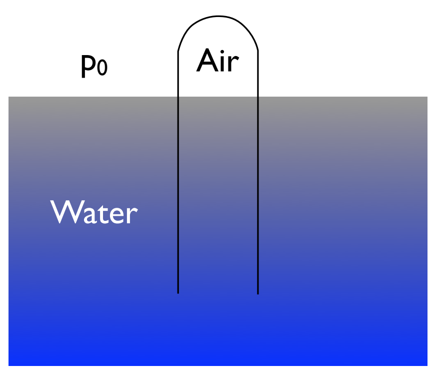
$$y(x, 0) = \frac{0.005}{x^2 + 0.5} \qquad [\text{m}]$$

where $x$ is the distance up along the wire and $y$ is the horizontal deflection, both measured in metres. What is the form of the pulse at time t, $y(x,t)$?

**(d)** If we now remove the mass $M$, what will be the relative shortening (strain) of the Cu-wire? Yo may ignore the mass of the Cu-wire in this case.

**Dæmi 4 (15%):** Við yfirborð stöðuvatns er tilraunaglas sem haldið er á hvolfi (opið snýr niður). Inni í því er loft, 410 $\text{cm}^3$ að rúmmáli. Andrúmsloftþrýstingurinn er $p_0 = 1.0 \times 10^5$ Pa og hitastigið er 37°C. Hvert verður rúmmál sama lofts ef glasið er flutt niður á 40 m dýpi þar sem hitastigið er 7°C?

Gerið ráð fyrir föstu loftmagni (ekkert sleppur) og að eðlismassi vatns sé fastur 1000 $\text{kg/m}^3$.




**Problem 4 (15%):** An air pocket at the top of a vertical tube, closed at the upper end and open at the lower, occupies a volume of 410 $\text{cm}^3$ at the surface of a lake where the air pressure is $p_0 = 1.0 \times 10^5$ Pa and the temperature is 37°C. What is the volume of the air in the pocket if the tube is taken to a depth of 40 m, where the temperature is 7°C?

Assume that none of the air escapes from the tube. The density of the water in the lake is constant 1000 $\text{kg/m}^3$.

**Dæmi 5 (24%):** Leikfangabíl með massa $m$ er sleppt úr kyrrstöðu á braut með lykkju. Honum er sleppt frá punkti $A$ í hæð $2R$ fyrir ofan gólf.

**(a)** Notið vinnu-hreyfiorkusetninguna til að finna hreyfiorkuna í punkti B sem fall af vinnu þyngdarkraftsins á milli punkta A og B.

**(b)** Hve hátt kemst bíllinn miðað við gólf áður en hann fellur af brautinni? Hunsið núning og snúningsorku dekkja bílsins. Rökstyðjið svarið.

**A.** 1.33 $R$,

**B.** 2.00 $R$,

**C.** 1.67 $R$,

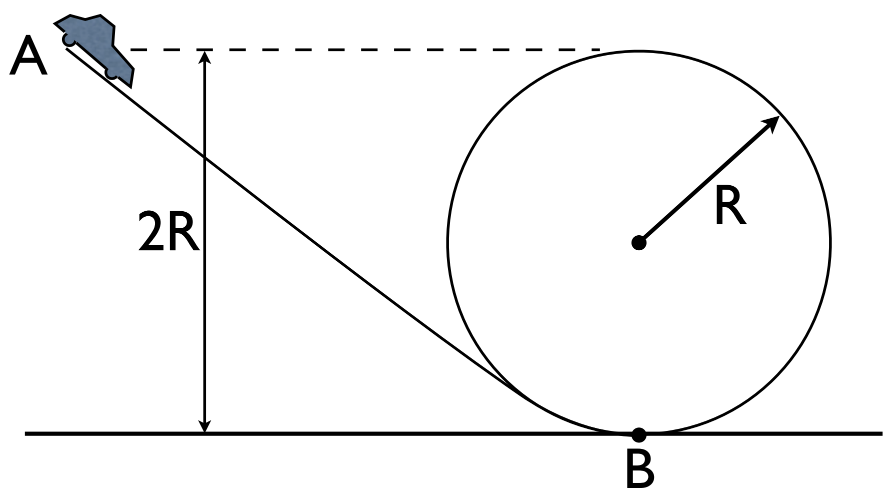
**D.** 1.50 $R$,

**E.** 1.25 $R$.

**(c)** Svarið þeirri spurningu hér að neðan sem á við svar ykkar í (b):

**A.** Ef hann kemst í topp lykkjunnar, þ.e. upp í hæð 2.00 $R$, hver er lárétti þáttur hraða bílsins í þessum punkti?

**B.** Ef hann kemst ekki svo hátt áður en hann fellur af, vinsamlegast útskýrið þá hvers vegna hann kemst ekki alla leið upp. Hefur hann tapað orku á leiðinni?




**Problem 5 (24%):** A toy race car of mass $m$ is released from rest on the loop-the-loop track. It is released from point $A$ at a height $2R$ above the floor.

**(a)** Use the work-kinetic energy theorem to find the kinetic energy at point B in terms of the work done by the gravitational force between points A and B.

. . . continues. . .

**(b)** How high does the car make it above the floor when it leaves the track? Neglect friction and rotational energy of the car tyres. Justify your answer.

**A.** 1.33 $R$,

**B.** 2.00 $R$,

**C.** 1.67 $R$,

**D.** 1.50 $R$,

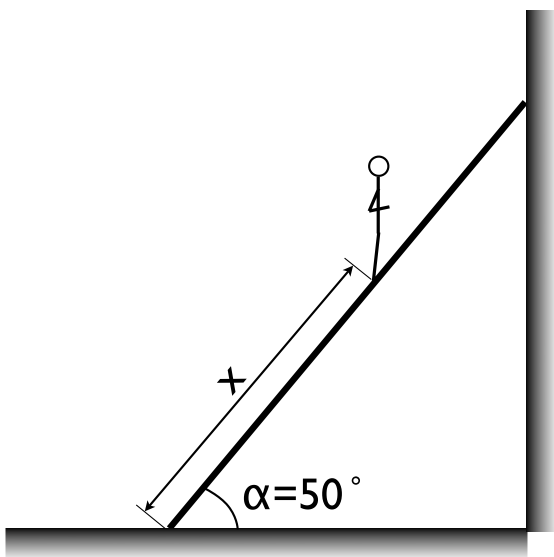
**E.** 1.25 $R$.

**(c)** Please answer the appropriate one of the following two questions, depending on your answer in (b):

**A.** If it reaches the top of the loop, i.e. 2.00 $R$ height, what is the horizontal component of the car's velocity at this point?

**B.** If it reaches a lower height and leaves the track, please explain why it doesn't reach the top. Did it lose energy somewhere?

**Dæmi 6 (15%):** Stigi að þyngd $w = 200$ N og lengd $L = 10$ m stendur upp við sléttan vegg (enginn núningur við vegg). Slökkviliðskona með þyngd $F = 600$ N klifrar fjarlægðina $x$ upp stigann. Núningsstuðullinn á milli stigans og gólfsins er $\mu_s = 0.5$. Hvert er hámarksgildi $x$ ef stiginn á ekki að renna til?




**Problem 6 (15%):** A ladder of weight $w = 200$ N and length $L = 10$ m leans against a smooth wall (no friction on wall). A firefighter of weight $F = 600$ N climbs a distance $x$ up the ladder. The coefficient of friction between the ladder and the floor is $\mu_s = 0.5$. What is the maximum value of $x$ if the ladder is not to slip?