

Fyrsta laugardagsæfingin í eðlisfræði 2019-2020

Nafn:

Bekkur:

Svör

Fastar

Nafn	Tákn	Gildi
Hraði ljóss í tómarúmi	c	$3,00 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Þyngdarhröðun við yfirborð jarðar	g	$9,82 \text{ m s}^{-2}$
Frumhleðslan	e	$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Massi rafeindar	m_e	$9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Gasfastinn	R	$8,3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Fasti Coulombs	k_e	$8,988 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$
Rafsvörunarstuðull tómarúms	ϵ_0	$8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ s}^2 \text{ m}^{-3} \text{ kg}^{-1}$
Þyngdarfastinn	G	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$
Geisli jarðarinnar	R_J	$6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$
Massi sólarinnar	M_\odot	$1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
Stjarnfræðieiningin	AU	$1,50 \cdot 10^{11} \text{ m}$

Svarblað

Krossar

Hver kross gildir 3 stig. Vinsamlegast skráið svörin ykkar við tilheyrandi krossi hér fyrir neðan:

K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
D	D	D	E	E	D	A	C	A	D	C	B	D	A	C

Svör við skriflegu dæmunum

Lausnir ykkar verða lesnar yfir og gefin verða stig fyrir hluta af lausn.

Dæmi 1:

(a) $d = 105 \text{ m}$.

(b) $\Delta K = 1157 \text{ J}$.

$\eta := \frac{\Delta K}{K_0} = 0,93$.

Dæmi 2:

(a) $c_R = \sqrt{\frac{h_1}{h_0}} = \sqrt{\frac{h_n}{h_{n-1}}}$.

(b) $h_n = C_R^{2n} h_0$.

(c) $t_0 = \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$.

(d) $t_n = 2C_R^{2n} t_0$.

Dæmi 3:

(a) $u = \frac{mv}{M+m}$.

(b) $y_1 = \frac{L}{2}$.

$y_2 = \frac{L}{2} + \frac{mx}{M+m}$.

$y = \frac{mx}{M+m}$.

(c) $L_1 = mv(x-y) = \frac{mM}{M+m} vx$.

(d) $I_y = \frac{1}{12} ML^2 + \frac{Mm}{M+m} x^2$.

(e) $\omega = \frac{L_1}{I_y}$.

(f) $x = \frac{1}{6} L$.

Krossar (45 stig)

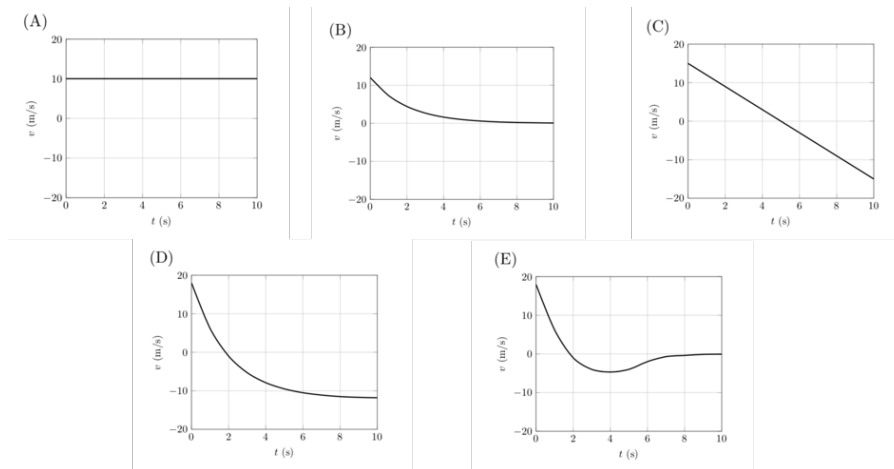
K1. Skriðþungi hlutar með massa m og hraða v er táknaður með p . Hann er skilgreindur þannig að $p = mv$. Hver er SI-eining skriðþunga?

- (A) m/s^2 (B) kgm^2/s (C) kgm/s^2 (D) kgm/s (E) kg/s

K2. Kappakstursbíll tekur af stað úr kyrrstöðu og nær hraðanum 100 km/klst eftir $2,5 \text{ s}$. Hver er meðalhröðun hans á þeim tíma?

- (A) $1,3 \text{ m/s}^2$ (B) $4,5 \text{ m/s}^2$ (C) $7,7 \text{ m/s}^2$ (D) 11 m/s^2 (E) 45 m/s^2

K3. Lítum á bolta sem er kastað upp í loftið. Loftmótstaða verkar á boltann. Hvert af eftirfarandi grófum lýsir best hraða boltans sem fall af tíma?

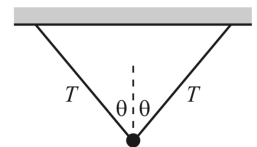


K4. Kubbur með massa m hvílir á skábretti. Núningsstuðullinn milli kubbsins og skábrettisins er μ . Látum θ_{max} vera stærsta hornið sem skábrettið má halla um áður en að kubburinn byrjar að renna niður skábrettið. Hvert af eftirtöldu er þá satt?

- (A) θ_{max} er stærra á tunglinu en á jörðinni.
 (B) θ_{max} er stærra á tunglinu en á jörðinni.
 (C) θ_{max} er stærra á Mars en á tunglinu.
 (D) θ_{max} er stærra á tunglinu en á Mars.
 (E) θ_{max} er það sama á tunglinu, jörðinni og Mars.

K5. Tveir strengir halda uppi massa m . Hver er togkrafturinn, T , í strengjunum?

- (A) $\frac{1}{2}mg$ (B) $\frac{1}{2}mg \sin \theta$ (C) $\frac{1}{2}mg \cos \theta$ (D) $\frac{mg}{2 \sin \theta}$ (E) $\frac{mg}{2 \cos \theta}$



K6. Viðarkubb af þyngd 30 N er haldið undir vatni. Uppdrifskrafturinn sem verkar á kubbinn er 50 N þegar hann er allur undir vatni. Nú er kubbum sleppt þannig að hann flýtur á vatninu. Hversu stórt hlutfall af kubbum er sýnilegt fyrir ofan vatnsyfirborðið?

- (A) $1/15$ (B) $1/5$ (C) $1/3$ (D) $2/5$ (E) $3/5$

K7. Hjólreiðamaður ferðast með jöfnum hraða $22,0 \text{ km/klst}$. Hann tekur sér 20 mín pásu á miðri leið og heldur svo áfram að hjóla með jöfnum hraða $22,0 \text{ km/klst}$. Meðalhraði hjólreiðamannsins var $17,5 \text{ km/klst}$ með stoppinu. Hversu langa vegalengd hjólaði hann?

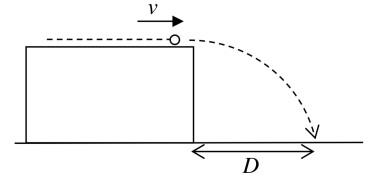
- (A) $28,5 \text{ km}$ (B) $30,3 \text{ km}$ (C) $31,2 \text{ km}$ (D) $36,5 \text{ km}$ (E) $38,9 \text{ km}$

K8. Stöng af lengd 1,00 m með einsleita massadreifingu snýst um punkt 30,0 cm frá enda hennar (vegna þyngdarkraftsins). Stöngin er í fullkomnu jafnvægi eftir að 50,0 g massa er komið fyrir í 20,0 cm fjarlægð frá sama enda. Hver er massi stangarinnar?

- (A) 35,7 g (B) 33,3 g (C) 25,0 g (D) 17,5 g (E) 14,3 g

K9. Litlum bolta er kastað lárétt fram af borðsbrún með upphafshraða v . Boltinn lendir á jörðinni í lárétttri fjarlægð D frá borðinu. Tilraun er framkvæmd þannig að mismunandi gildi á v og tilheyrandi gildi á D eru skráð niður í töflu. Hvert af eftirfarandi grófum mun gefa beina línu?

- (A) v sem fall af D .
 (B) v^2 sem fall af D .
 (C) v sem fall af D^2 .
 (D) v sem fall af $\frac{1}{D}$.
 (E) v sem fall af $\frac{1}{\sqrt{D}}$.



K10. Tvær plánetur, A og B, hafa sama eðlismassa. Pláneta A hefur tvisvar sinnum stærri geisla en B. Þyngdarhröðunin á plánetu A er g_A og á plánetu B er hún g_B . Hvert er hlutfallið g_A/g_B ?

- (A) $\frac{1}{4}$ (B) $\frac{1}{2}$ (C) 1 (D) 2 (E) 4

K11. Hver þyrfti massi rafeindar að vera til þess að þyngdarkrafturinn milli tveggja rafeinda væri jafn rafkraftinum milli þeirra?

- (A) $9,11 \cdot 10^{-31}$ kg (B) $7,76 \cdot 10^{-20}$ kg (C) $1,86 \cdot 10^{-9}$ kg (D) 21,6 kg (E) $1,16 \cdot 10^{10}$ kg

K12. Ögn með litla jákvæða hleðslu $+q$ og önnur ögn með talsvert stærri neikvæða hleðslu $-Q$ sitja fastar í tiltekinni fjarlægð hvor frá annari eins og á myndinni hér til hægri. Hvar myndirðu þurfa að koma lítilli ögn með jákvæða hleðslu fyrir til þess að hún væri í jafnvægi?



- (A) Hægra megin við neikvæðu hleðsluna.
 (B) Vinstra megin við jákvæðu hleðsluna.
 (C) Milli hleðslanna, nær þeirri jákvæðu.
 (D) Milli hleðslanna, nær þeirri neikvæðu.
 (E) Nákvæmlega miðja vegu á milli hleðslanna.

K13. Einfaldri eldflaug er skotið á loft úr kyrrstöðu með heildarhröðun 25 m/s^2 upp á við. Slökkt er á vélinni eftir 5,0 s. Gerum ráð fyrir að massi eldflaugarinnar haldist fastur og að engin loftmótstaða verki á eldflaugina. Hversu hátt kemst eldflaugin?

- (A) 310 m (B) 490 m (C) 770 m (D) 1100 m (E) 1600 m

K14. Gervihnöttur er á hringlaga sporbaug um jörðina. Á einu ári minnkar heildarorka gervihnattarins um 1 J vegna loftmótstöðu. Hvert af eftirfarandi er þá satt?

- (A) Hreyfiorkan eykst um 1 J.
 (B) Hreyfiorkan helst óbreytt.
 (C) Hreyfiorkan minnkar um $\frac{1}{2}$ J.
 (D) Hreyfiorkan minnkar um 1 J.
 (E) Hreyfiorkan minnkar um 2 J.

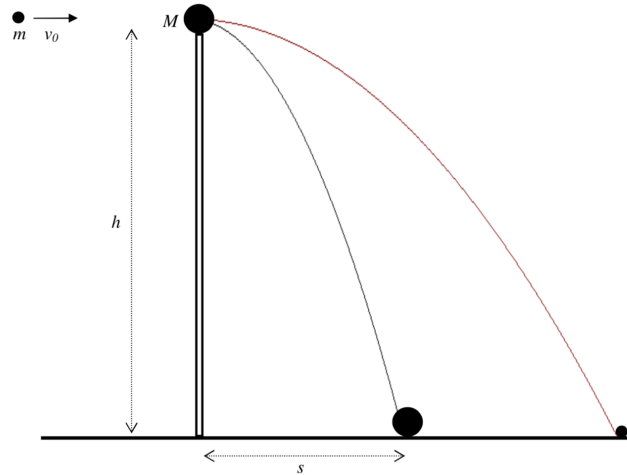
K15. Burj Khalifa turninn er risavaxinn skýjakljúfur í Dúbæ í Sameinuðu arabísku furstadæmunum. Turninn er hæsta mannvirki heims, 828 m hár. Turninn er svo hár að hægt er að horfa á tvö sólsetur þar sama dag. Hversu langur tími líður milli sólsetra við botn turnsins og við topp hans?

- (A) 12 s (B) 73 s (C) 220 s (D) 890 s (E) 1200 s

Dæmi 1: Árekstur! (15 stig)

Byssukúlu með massa $m = 10\text{ g}$ er skotið með láréttum hraða $v_0 = 500\text{ m/s}$ í gegnum golfkúlu með massa $M = 200\text{ g}$ sem stendur kyrr í hæð $h = 5,0\text{ m}$ á enda stangar. Golfkúlan lendir á jörðinni í fjarlægð $s = 20\text{ m}$ frá neðri enda stangarinnar.

- (a) Hversu langt frá neðri enda stangarinnar lendir byssukúlan?
- (b) Hversu stór hluti af hreyfiroku byssukúlunnar breyttist í varma þegar byssukúlan fór í gegnum golfkúluna?



Dæmi 2: Skopparabolti (20 stig)

Skopparabolta með massann m er sleppt úr hæðinni h_0 yfir jörðu. Í n -ta skipti sem að boltinn lendir á jörðinni skoppar hann aftur upp í hæð h_n þannig að $h_{n+1} < h_n$. Húsið áhrif loftmótstöðu í þessu dæmi.

- (a) Til að byrja með skulum við aðeins skoða hvað gerist í fyrsta skoppi: þá skoppar boltinn aftur upp í hæð $h_1 < h_0$. Látum v_0 tákna hraða boltans rétt fyrir fyrsta skoppið og v_1 tákna hraða boltans rétt eftir fyrsta skoppið. Finnið skoppstuðul (e. *coefficient of restitution*) boltans, c_R , sem fall af h_0 og h_1 . Skoppstuðull boltans er skilgreindur þannig að:

$$c_R := \frac{\text{hraði eftir árekstur}}{\text{hraði fyrir árekstur}} = \frac{v_1}{v_0}.$$

- (b) Gerum ráð fyrir að skoppstuðull boltans haldist óbreyttur í gegnum hin skoppin. Finnið h_n sem fall af h_0, n og c_R .
- (c) Látum t_0 tákna tímann sem líður frá því að skopparaboltanum er sleppt úr hæð h_0 og þar til að hann skellur á jörðinni í fyrsta skipti. Finnið t_0 sem fall af h_0 og þyngdarhröðuninni g .
- (d) Látum t_n tákna tímann sem líður milli n -ta skopps og $(n+1)$ -skopps. Finnið t_n sem fall af t_0, n og c_R .
- (e) Heildartíminn, τ , sem líður frá því að boltanum er sleppt og þar til að hann hættir að skoppa er skilgreindur þannig að:

$$\tau := \sum_{n=0}^{+\infty} t_n = \lim_{n \rightarrow \infty} (t_0 + t_1 + \dots + t_n)$$

Takið eftir því að $0 < c_R < 1$ og sýnið að:

$$\tau = \left(\frac{1 + c_R}{1 - c_R} \right) \sqrt{\frac{2h_0}{g}}.$$

Dæmi 3: Kústskaft (20 stig)

Skoðum kústskaft með einsleita massadreifingu sem hefur lengd L og massa M . Gerum ráð fyrir að þykkt þess sé óveruleg og það standi lóðrétt í jafnvægi á sléttum fleti. Enginn núningur verkar milli flatar og kústskafts. Hleypt er af byssu nálægt skaftinu og henni haldið þannig að þegar byssukúlan festist í skaftinu er kúlan í hæð x yfir miðju skaftsins og hraði kúlunnar v er í lárétta stefnu. Massi byssukúlunnar er m .

- (a) Notið skriðþungavarðveislu til að finna línulegan hraða skaftsins, u , eftir áreksturinn.
- (b) Látum y_1 tákna massamiðju skaftsins fyrir áreksturinn og látum y_2 tákna massamiðju skaftsins eftir áreksturinn. Ákvarðið bæði y_1 og y_2 ásamt stærðinni $y := y_2 - y_1$.
- (c) Finnið hverfiþungann, L_1 , fyrir áreksturinn um ás sem liggur í gegnum nýju massamiðjuna.
- (d) Finnið hverfitregðu stangarinnar, I_y , um ás í gegnum nýju massamiðjuna, sem fall af m, M, x, L .
- (e) Nýtið ykkur hverfiþungavarðveislu til þess að finna hornhraða stangarinnar, ω , um massamiðjuna.
- (f) Finnið x sem fall af L, M, m og v þ.a. neðsti punktur skaftsins verði kyrrstæður rétt eftir áreksturinn.