Fyrsta laugardagsæfingin í eðlisfræði 2019-2020

Nafn:

Bekkur:

Fastar

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

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**

Svör við skriflegu dæmunum

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

Dæmi 1:

(a) $d =$

(b) $\Delta K =$

$\eta := \frac{\Delta K}{K_0} =$

Dæmi 2:

(a) $c_R =$

(b) $h_n =$

(c) $t_0 =$

(d) $t_n =$

Dæmi 3:

(a) $u =$

(b) $y_1 =$

$y_2 =$

$y =$

(c) $L_1 =$

(d) $I_y =$

(e) $\omega =$

(f) $x =$

Krossar (45 stig)

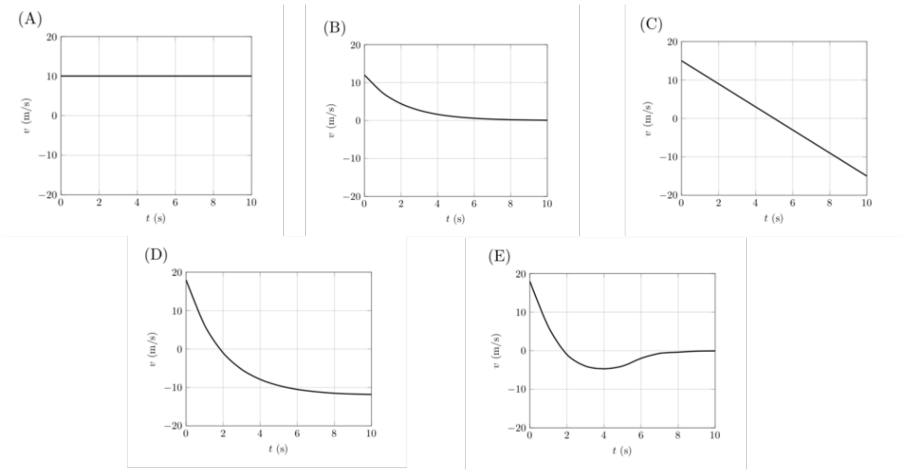
K1. Skriðþungi hlutar með massa m og hraða v er táknaður með p. Hann er skilgreindur þannig að $p = mv$. Hver er SI-eining skriðþunga?

(A) $\mathrm{m/s^2}$ (B) $\mathrm{kgm^2/s}$ (C) $\mathrm{kgm/s^2}$ (D) $\mathrm{kgm/s}$ (E) $\mathrm{kg/s}$

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

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

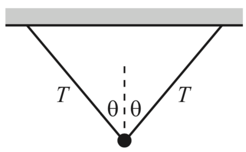
K3. Lítum á bolta sem er kastað upp í loftið. Loftmótstaða verkar á boltann. Hvert af eftirfarandi gröfum lýsir best hraða boltans sem fall af tíma?



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 kubbnum sleppt þannig að hann flýtur á vatninu. Hversu stórt hlutfall af kubbnum er sýnilegt fyrir ofan vatnsyfirborðið?

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

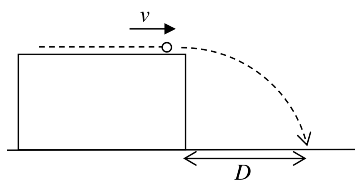
K7. Hjólreiðamaður ferðast með jöfnum hraða 22,0 km/klst. Hann tekur sér 20 mín pásu á miðri leið og heldur svo áfram að hjóla með jöfnum hraða 22,0 km/klst. Meðalhraði hjólreiðamannsins var 17,5 km/klst með stoppinu. Hversu langa vegalengd hjólaði hann?

(A) 28,5 km (B) 30,3 km (C) 31,2 km (D) 36,5 km (E) 38,9 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 láréttri 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 gröfum 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?

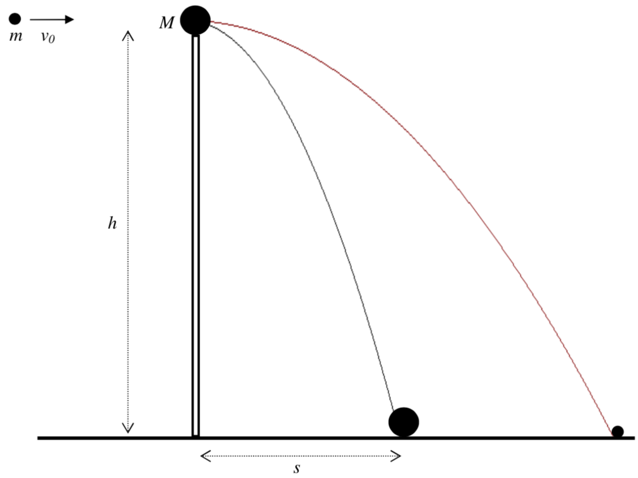
(A) 12 s (B) 73 s (C) 220 s (D) 890 s (E) 1200 s

Dæmi 1: Árekstur! (15 stig)

Byssukúlu með massa $m = 10\,\mathrm{g}$ er skotið með láréttum hraða $v_0 = 500\,\mathrm{m/s}$ í gegnum golfkúlu með massa $M = 200\,\mathrm{g}$ sem stendur kyrr í hæð $h = 5{,}0\,\mathrm{m}$ á enda stangar. Golfkúlan lendir á jörðinni í fjarlægð $s = 20\,\mathrm{m}$ 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 $h_{n+1} < h_n$. Hunsið 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:

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

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.