

Sjötta laugardagsæfingin í eðlisfræði 2021

Nafn:

Bekkur:

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_\oplus	$6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$
Geisli sólarinnar	R_\odot	$6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$
Massi jarðarinnar	M_\oplus	$5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Massi sólarinnar	M_\odot	$1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
Stjarnfræðieiningin	AU	$1,50 \cdot 10^{11} \text{ m}$

Krossar

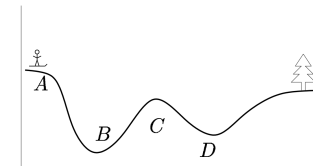
Hver kross gildir 3,5 stig. Vinsamlegast skráið svörin ykkar við tilheyrandi krossi hér fyrir neðan:

K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10

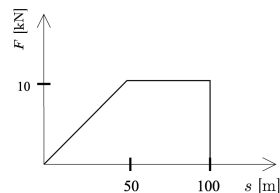
K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20

Krossar (70 stig)

- K1.** Jóhanna sér blossa frá flugeldi og heyrir hvelinn 3,00 s síðar. Hve langt frá flugeldinum stendur Jóhanna ef hljóðhraðinn er $v = 350$ m/s.
(A) 102 m (B) 1050 m (C) $1,30 \cdot 10^5$ m (D) $1,10 \cdot 10^6$ m (E) $9,00 \cdot 10^8$ m
- K2.** Bíll ekur á jöfnum hraða $v_0 = 10,0$ m/s á hálum ís. Stigið er fast á bremsuna þ.a. dekkinn læsast og snúast ekki. Hve langt rennur bíllinn ef massi hans er $m = 1500$ kg og núningssstuðull dekkjanna við ísinn er $\mu = 1/5$.
(A) 12,5 m (B) 25,5 m (C) 36,3 m (D) 42,9 m (E) 51,3 m
- K3.** Fallbyssukúlu með massann 10 kg er skotið af stað undir horni $\theta = 30^\circ$ m.v. lárétt, með upphafshraðann $v_0 = 15$ m/s. Hve langt frá upphafsstaðnum lendir kúlan?
(A) 10 m (B) 15 m (C) 20 m (D) 25 m (E) 30 m
- K4.** Ölfusá er vatnsmesta á landsins, en meðalrennsli Ölfusár við Selfoss er $400 \text{ m}^3/\text{s}$. Hvað eru það margir rúmkílómetrar (km^3) af vatni á ári?
(A) $12\,700 \text{ km}^3$ (B) $1,26 \text{ km}^3$ (C) $12,6 \text{ km}^3$ (D) 1270 km^3 (E) 126 km^3
- K5.** Hafnaboltaleikmaðurinn Ian Kinsler rennir sér í höfn með miklum tilþrifum. Á hann verkar 470 N núningskraftur. Hver er μ milli Kinslers og vallarins ef hann vegur 79 kg?
(A) 0,45 (B) 0,61 (C) 0,77 (D) 0,85 (E) 1,16
- K6.** Fróði stekkur um borð í kyrrstæðan fleka í vatni á hraðanum $v_1 = 5,00$ m/s. Massi Fróða er $m_F = 50$ kg en massi flekans er $m_f = 200$ kg. Hver verður hraði flekans þegar Fróði er lentur á honum? Gerið ráð fyrir að vatnið veiti enga mótstöðu.
(A) 5,00 m/s (B) 2,50 m/s (C) 1,25 m/s (D) 1,00 m/s (E) 0,50 m/s
- K7.** Kanadamaðurinn Evan Ungar á heimsmetið í jafnfætishoppi upp á 1,62 m. Hann vegur 700 N á jörðinni en 112 N á tunglinu. Hvað gæti Evan hoppað hátt á tunglinu?
(A) 1,62 m (B) 0,259 m (C) 4,05 m (D) 10,1 m (E) 63,3 m
- K8.** Ökumaður tekur af stað úr kyrrstöðu og keyrir með fastri hröðun 5 m/s^2 . Hversu langa vegalengd hefur hann ferðast þegar hann nær hraðanum 100 km/klst?
(A) 77 m (B) 770 m (C) 43 m (D) 4,3 m (E) 67 m
- K9.** Davíð ætlar að slöngva steini í höfuðið á Golíat. Hann setur stein með massa 1 kg í slöngvuna og byrjar að sveifla henni í hring í láréttu plani. Slöngvan er 40 cm á lengd og miðlægur kraftur sem verkar á steininn er 10 N. Hver er hraði steinsins?
(A) 3,0 m/s (B) 2,5 m/s (C) 2,0 m/s (D) 1,5 m/s (E) 1,0 m/s
- K10.** Tveir krakkar, Dagur og Hrólfur, leika sér með hringekju á leikvelli. Dagur stendur á ytri brún hringekjunnar á meðan Hrólfur ýtir honum í hringi með hornhraða 1,25 rad/s. Dagur er 50 kg og radíus hringekjunnar er 1,5 m. Hver er heildarkrafturinn sem verkar á Dag á hringhreyfingunni?
(A) 25 N (B) 94 N (C) 117 N (D) 130 N (E) 146 N
- K11.** Mario er lítill, þybbinn Ítalskur pípari sem býr í Sveppalandi. Hinn illi Bowser hefur rænt prinsessunni, Peach. Til þess að bjarga henni þarf píparinn þarf að hoppa upp í svalir í 15 m hæð. Með uppréttar hendur er hann 150 cm að hæð. Hver þarf upphafshraði hans að vera hið minnsta svo að hann nái í svalirnar með höndunum?
(A) 16,4 m/s (B) 11,6 m/s (C) 2,67 m/s (D) 1,12 m/s (E) 0,53 m/s
- K12.** Stúlka rennir sér af stað til hægri frá stað A úr kyrrstöðu eftir brautinni sem sýnd er á myndinni hér fyrir neðan. Hvar nemur hún staðar ef það er enginn núningur?
(A) A (B) B (C) C (D) D (E) Hún klessir á tréð.



- K13.** Hlutur hreyfist eftir beinni línu og á hann verkar kraftur F í hreyfistefnu. Á myndinni hér til hægri er krafturinn sýndur sem fall af staðsetningu s . Hver er vinnan sem krafturinn vinnur á hlutnum?



- (A) 750 kJ (B) 1000 kJ (C) 3750 kJ (D) 5000 kJ (E) 7500 kJ
- K14.** Fær bogaskytta dregur bogastrenginn aftur um 50 cm með 150 N krafti og sleppir ör með massa 100 g af stað. Gera má ráð fyrir að krafturinn sem boginn verkar með á örina hegði sér eins og gormur með kraftstuðul k . Hver er hraði örvarinnar um leið og hún losnar af strengnum?

- (A) 27 m/s (B) 35 m/s (C) 56 m/s (D) 71 m/s (E) 83 m/s

- K15.** Þyngdarlögmál Newtons lýsir kraftinum, F , sem verkar milli tveggja massa m_1 og m_2 í fjarlægð r frá hvor öðrum. Krafturinn er gefinn með $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ þar sem G er fasti sem nefnist þyngdarlögmálsfastinn. Hver er SI-einingin á þyngdarlögmálsfastanum?

- (A) $\text{m}^2 \text{kg s}^{-2}$ (B) $\text{m}^2 \text{kg}^{-2} \text{s}^{-2}$ (C) $\text{m}^2 \text{s}^3 \text{kg}^{-1}$ (D) $\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$ (E) $\text{m}^3 \text{kg s}^{-3}$

- K16.** Duge brúin nær yfir kínverska fljótið Beipan. Brúin er sú hæsta í heiminum og hefur hæðina $H = 565$ m yfir vatnsborðinu. Orðrómur er um að hinn frægi frumkvöðull teygjustökksins, A.J. Hackett (sem hefur massa $m = 75$ kg), ætli að fara í teygjustökk fram af brúnni og freista þess að snerta vatnsborðið. Gera má ráð fyrir að teygjan sé massalaus og hegði sér líkt og gormur. Hver verður mesta hröðunin, a_{max} , sem Hackett mun finna fyrir ef lengd teygjunnar er $L = 120$ m?

- (A) $9,82 \text{ m/s}^2$ (B) $15,1 \text{ m/s}^2$ (C) $19,7 \text{ m/s}^2$ (D) $24,5 \text{ m/s}^2$ (E) $44,2 \text{ m/s}^2$

- K17.** Róteind er hraðað úr kyrrstöðu yfir 10 MV spennu og svo haldið á hringhreyfingu með 100 m geisla með segulsviði. Hversu sterkt þarf segulsviðið að vera? Massi róteindar er $m_p = 1,672 \cdot 10^{-27}$ kg.

- (A) 1,83 mT (B) 3,23 mT (C) 4,57 mT (D) 6,46 mT (E) 10,87 mT

- K18.** Einlitur ljósgeisli sem hefur bylgjulengdina $\lambda = 500$ nm og tíðni $f = 600$ THz í lofttæmi fellur á vatn með brotsstuðul 1,33. Hvert af eftirfarandi á við um bylgjulengd ljóssins λ' og tíðni þess f' í vatninu?

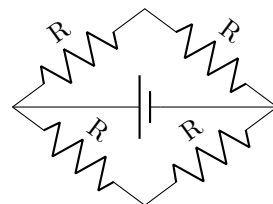
- (A) $\lambda' < \lambda$ og $f = f'$
 (B) $\lambda' < \lambda$ og $f > f'$
 (C) $\lambda' > \lambda$ og $f = f'$
 (D) $\lambda' > \lambda$ og $f > f'$
 (E) $\lambda' = \lambda$ og $f < f'$

- K19.** 2,9 m langur, 60 cm breiður og 350 kg þungur krókódfíll liggur í sólbaði. Ef styrkleiki sólarljóssins sem skín á bakið á honum er 500 W/m^2 og hitastig hans er upphaflega 23°C , hversu langan tíma tekur það þá fyrir krókódfíllinn að ná 30°C ? Eðlisvarmi líkamsvefja krókódfílsins er að meðaltali 3400 J/(kg K)

- (A) 2 mínútur
 (B) 1 klukkutíma og 3 mínútur
 (C) 2 klukkutíma og 40 mínútur
 (D) 3 klukkutíma og 50 mínútur
 (E) 8 klukkutíma og 30 mínútur

- K20.** Öll viðnámín í rafrásinni hér til hægri hafa viðnám $R = 10 \Omega$. Hvert er heildarviðnám rásarinnar?

- (A) 40Ω (B) 80Ω (C) 5Ω (D) 20Ω (E) 10Ω



Dæmi 1: Flugvél í flugtaki (15 stig)

Flugvél með massa $m = 90\,000\text{ kg}$ tekur af stað með fastri hröðun $a = 3,0\text{ m/s}^2$ niður flugbraut. Hvor vængur vélarinnar er 40 m langur og meðalbreidd þeirra er 7 m . Vængir vélarinnar eru hannaðir þannig að hraði loftsins fyrir ofan vængi flugvélarinnar er 15% meiri heldur en hraði loftsins fyrir neðan vængina. Hver er lágmarkslengd flugbrautarinnar sem flugvélin þarf til þess að hún nái að taka á loft? Eðlismassi andrúmslofts er $1,29\text{ kg/m}^3$, þyngdarhröðun jarðar er $g = 9,82\text{ m/s}^2$.

Gera má ráð fyrir: að vængir flugvélarinnar séu eini hluti hennar sem gefur lyftikraft; að lögun vængjanna breytist ekki; að hraði loftsins undir vængjunum sé sá sami og hraði flugvélarinnar; að það sé logn þannig að hraði loftsins undir vængjunum er jafn hraða flugvélarinnar; að lögmál Bernoullis gildi í þessu samhengi.

Dæmi 2: Skopparabolti (15 stig)

Skoppstuðull skopparabolta er táknaður með ε og er skilgreindur þannig að:

$$\varepsilon := \frac{\text{hraði eftir árekstur}}{\text{hraði fyrir árekstur}} = \frac{v_e}{v_f}$$

Skopparabolta með massann m og skoppstuðul ε er sleppt úr hæðinni h_0 yfir jörðu. Húsið loftmótstöðu.

- (a) Til að byrja með skulum við aðeins skoða hvaða gerist í fyrsta skoppi. Þá skoppar boltinn aftur upp í hæð $h_1 < h_0$. Ákvarðið hæðina h_1 sem einungis sem fall af h_0, m, ε og þyngdarhröðun jarðar, g .
- (b) Látum t_0 tákna tímann sem líður frá því að skopparboltanum er sleppt úr hæð h_0 og þar til að hann skellur á jörðinni í fyrsta skipti. Ákvarðið t_0 sem fall af h_0, m, ε og þyngdarhröðun jarðar, g .

Látum h_n tákna mestu hæðina sem boltinn nær eftir n -ta skopp og látum t_n tákna tímann sem það tekur boltann að detta niður úr hæðinni h_n .

- (c) Ákvarðið h_n einungis sem fall af h_0, n og ε . Ákvarðið t_n einungis sem fall af t_0, n og ε .
- (d) Hversu lengi er boltinn í loftinu? (Formúlan $\sum_{n=0}^{\infty} x^n = \frac{1}{1-x}$ fyrir $|x| < 1$ gæti komið að góðum notum).