

# Þriðja 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	$\epsilon_0$	$8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ s}^2 \text{ m}^{-3} \text{ kg}^{-1}$
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:

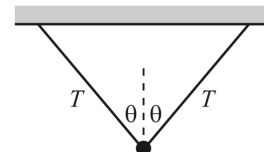
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10

K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20

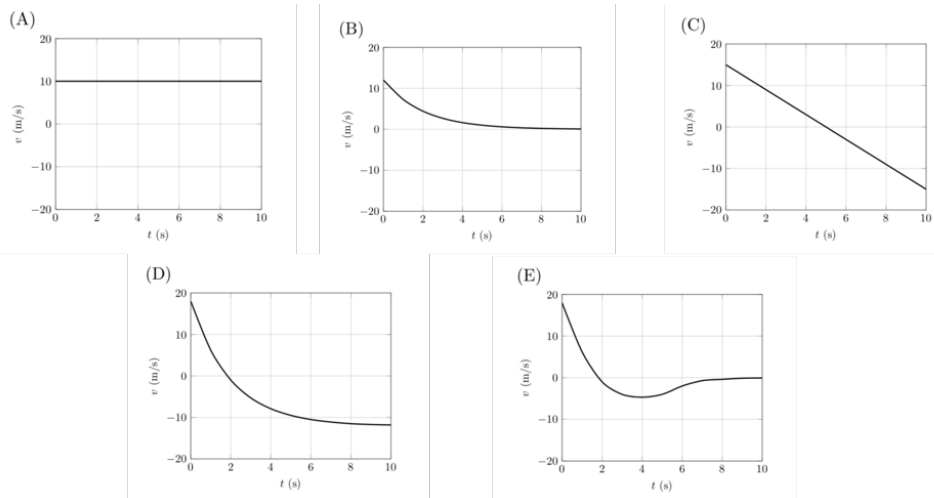
## Krossar (70 stig)

- K1.** Lögmál Hookes um fjaðurmagn segir að krafturinn sem verkar frá gormi sé í réttu hlutfalli við lengingu gormsins, þ.e.  $F = -kx$  þar sem  $x$  táknar lengingu gormsins. Hver er SI-eining gormstuðulsins,  $k$ ?
- (A) m/s (B) kg/s<sup>2</sup> (C) J (D) s/m (E) kg/m<sup>2</sup>
- K2.** Hjól með geisla 0,50 m snýst með hornhraða 1,0 rad/s. Hversu langt snýst hjólið eftir jörðinni á 4,0 s ef það rúllar án þess að renna?
- (A) 2,0 m (B) 3,1 m (C) 4,0 m (D) 6,3 m/s<sup>2</sup> (E) 12,6 m/s<sup>2</sup>
- K3.** Kraftur  $F = 6,0$  N verkar lárétt á 10 kg kassa. 3,0 N núningskraftur verkar gegn  $F$ . Hver er hröðun kassans?
- (A) 0,30 m/s<sup>2</sup> (B) 0,50 m/s<sup>2</sup> (C) 0,60 m/s<sup>2</sup> (D) 0,90 m/s<sup>2</sup> (E) 3,0 m/s<sup>2</sup>
- K4.** Kubbur með massa 10 kg rennur eftir láréttum, núningslausum fleti með hraða 1 m/s. Nú ýtum við á kubbinn með föstum krafti  $F$  samsíða hreyfistefnu kubbsins þar til að kubburinn hefur ferðast 5 m frá því að við byrjuðum að ýta á kubbinn. Eftir að við hættum að ýta á kubbinn hefur hraði hans aukist upp í 2 m/s. Hver var stærð kraftsins?
- (A) 1 N (B) 2 N (C) 3 N (D) 4 N (E) 5 N
- K5.** Kassi með massa  $m$  liggur á núningslausu borði. Á hann verkar kraftur  $F_1 = 45$  N í stefnu  $x$ -áss, og annar kraftur  $F_2 = 30$  N í gagnstæða stefnu. Hver er massi kassans ef hröðun hans er 3,0 m/s<sup>2</sup>?
- (A) 0,30 kg (B) 3,0 kg (C) 5,0 kg (D) 25 kg (E) 35 kg
- K6.** Einfaldri eldflaug er skotið á loft úr kyrrstöðu með heildarhröðun 25 m/s<sup>2</sup> 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
- K7.** Kúla rúllar upp skábretti, stoppar og rúllar síðan niður til baka. Allan tímann rúllar hún án þess að renna og engin orka tapast vegna núnings. Í hvaða stefnu verkar núningskrafturinn á kúluna þegar hún rúllar? Stefur í svarmöguleikunum eru samsíða skábrettinu.
- (A) Upp á leiðinni upp og niður á leiðinni niður.  
(B) Niður á leiðinni upp og upp á leiðinni niður.  
(C) Það verkar enginn núningskraftur á kúluna.  
(D) Alltaf upp.  
(E) Alltaf niður.
- K8.** Gegnheil stálkúla, giftingarhringur og kerti rúlla án þess að renna niður skábretti úr kyrrstöðu á sama tíma. Hvaða hlutur verður fyrstur niður skábrettið?
- (A) Stálkúlan.  
(B) Giftingarhringurinn.  
(C) Kertið.  
(D) Hlutirnir koma allir niður á sama tíma.  
(E) Ekki er hægt að segja til um það.
- K9.** Tveir strengir halda uppi massa  $m$ . Hver er togkrafturinn,  $T$ , í strengjunum?

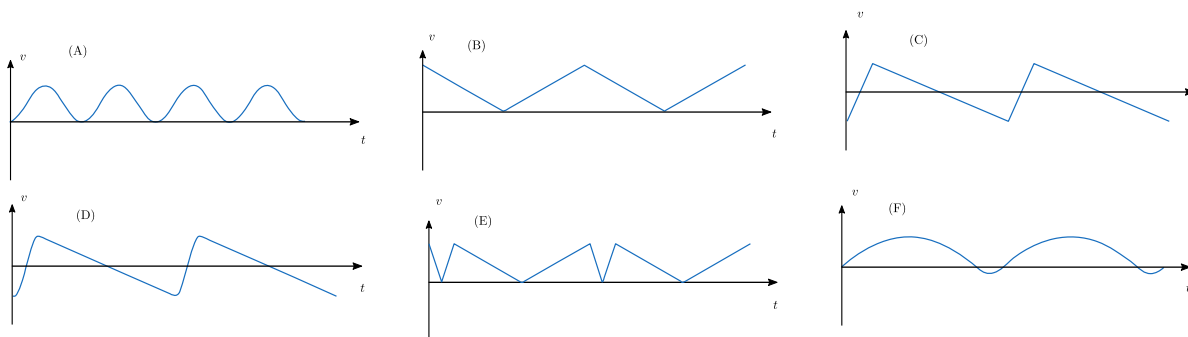
- (A)  $\frac{1}{2}mg$  (B)  $\frac{1}{2}mg \sin \theta$  (C)  $\frac{1}{2}mg \cos \theta$  (D)  $\frac{mg}{2 \sin \theta}$  (E)  $\frac{mg}{2 \cos \theta}$



**K10.** 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?



**K11.** Lítum á mannskju sem er að hoppa á trampólínu. Hvert af eftirfarandi gröfum lýsir best hraða-tíma grafi mannskjunnar frá því að hún lendir á trampólíninu við tímann  $t = 0$  og þar til að hún hefur skoppað tvisvar á trampólíninu.



**K12.** 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

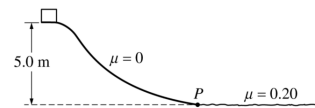
**K13.** Tvær plánetur, A og B, eru á hringhreyfingu um stjörnu með massann  $M$ . Báðar pláneturnar hafa sama massa  $m$ . Pláneta B er tvisvar sinnum lengra frá stjörnunni heldur en pláneta A. Látum  $L_A$  tákna hverfiþunga plánetu A og  $L_B$  tákna hverfiþunga plánetu B. Hvert er hlutfallið  $L_B/L_A$ ?

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

**K14.** Hvert af eftirfarandi mælitækjum er **EKKI** hægt að nota til að mæla þyngdarhröðun jarðar,  $g$ ?

- (A) Gormvog (sem mælir þyngd) og þekktan massa.
- (B) Pendúl af þekktri lengd og skeiðklukku.
- (C) Skábretti sem hallar um þekkt horn, misþunga vagna með þekktan massa og skeiðklukku.
- (D) Fallbyssu sem skýtur byssukúlum, af þekktum massa, með þekktum upphafshraða og málband.
- (E) Hús af þekktri hæð  $H$ , skeiðklukku og óþekktan massa.

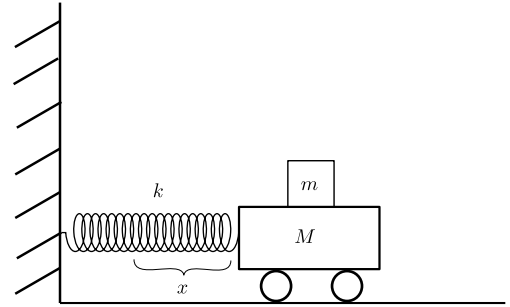
- K15.** Kubbur með massa 3,0 kg rennur úr kyrrstöðu niður brekku með hverfandi núning úr hæðinni 5,0 m. Eftir að kubburinn hefur runnið framhjá punkti  $P$  tekur við hrjúft, lárétt yfirborð þar sem núningsstuðullinn milli kubbsins og yfirborðsins er 0,20. Hversu langt rennur kubburinn eftir lárétta yfirborðinu áður en hann stöðvast?



- (A) 0,40 m (B) 1,0 m (C) 2,5 m (D) 10 m (E) 25 m
- K16.** Rafkrafturinn sem verkar á milli tveggja rafhleðslna  $q_1$  og  $q_2$  er gefinn með  $F_k = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$  þar sem  $k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$  er fasti sem kallast fasti Coulombs (stefnan ákvarðast af formerki hleðslanna). Hver þyrfti massi rafeindar að vera til þess að þyngdarkrafturinn milli tveggja rafeinda væri jafn rafkraftinum milli þeirra?
- (A)  $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  (B)  $7,76 \cdot 10^{-20} \text{ kg}$  (C)  $1,86 \cdot 10^{-9} \text{ kg}$  (D) 21,6 kg (E)  $1,16 \cdot 10^{10} \text{ kg}$
- K17.** Gormur með gormstuðul  $k$  er strekktur um vegalengd  $x$ . Það tekur tvöfalt meiri vinnu að strekkja annan gorm um  $\frac{1}{3}x$ . Gormstuðull seinni gormsins er þá
- (A)  $\frac{9}{2}k$  (B)  $6k$  (C)  $9k$  (D)  $18k$  (E)  $36k$
- K18.** Fyrsta tímaafleiða stöðu er hraði,  $v = \frac{dx}{dt}$  og önnur tímaafleiða hennar er hröðun,  $a = \frac{d^2x}{dt^2}$ . Hins vegar hefur þriðja tímaafleiða stöðunnar ekki fengið ákveðið nafn, en hér verður hún kölluð rykkur og táknuð með  $j = \frac{d^3x}{dt^3}$ . Punktmassi sem er upphaflega kyrrstæður fær fastan rykk  $j = 2,0 \text{ m/s}^3$  í fjórar sekúndur. Hve langt fer hann á þeim tíma?
- (A) 12 m (B) 16 m (C) 21 m (D) 29 m (E) 35 m
- K19.** Jafnþykkt reipi með massa  $m$  hangir lóðrétt. Hver er togkrafturinn í miðju reipinu?
- (A)  $mg$  (B)  $\frac{1}{2}mg$  (C) 0 (D)  $\frac{1}{\sqrt{2}}mg$  (E) Vita þarf lengd reipsisins til að reikna dæmið.
- K20.** 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

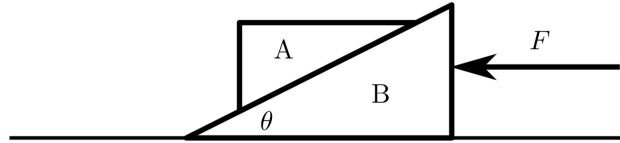
## Dæmi 1: Gormkrafturinn (15 stig)

Lítum á vagn með massa  $M$  sem stendur á núningslausum, láréttum fleti. Vagninn er festur við gorm með gormstuðul  $k$  (sem er festur í hinn endan við stífan vegg). Ofan á vagninum er kassi með massa  $m$ . Látum núningsstuðulinn milli kassans og vagnsins vera  $\mu$ . Hugsum okkur nú að við strekkjum gorminn um vegalengd  $x$  frá jafnvægisstöðu sinni og sleppum honum úr kyrrstöðu. Hvert er stærsta gildið á strekkingunni,  $x_{\max}$ , þannig að kubburinn með massa  $m$  haldist kyrr ofan á vagninum og renni ekki af vagninum.



## Dæmi 2: Skábretti ofan á skábretti (15 stig)

Tveim skábrettum er komið fyrir á láréttum fleti. Núningsstuðullinn milli skábrettanna er  $\mu_A$  og núningsstuðullinn milli neðra skábrettisins, B, og lárétta flatarins er  $\mu_B$ . Neðra skábrettið hallar um  $\theta$  gráður miðað við lárétt. Massi skábrettis A er  $m_A$  og massi skábrettis B er  $m_B$ . Láréttur kraftur  $F$  verkar á skábretti B eins og sést á myndinni.



Ákvarðið þau gildi á  $F$  (sem fall af  $m_A, m_B, \mu_A, \mu_B, \theta$  og þyngdarhröðun jarðar,  $g$ ) þannig að efra skábrettið helst kyrrt miðað við neðra skábrettið (rennur semsagt hvorki upp né niður).