

Sallitut apuvälineet: kirjoitusvälineet ja A4-kokoinen käsin kirjoitettu muistilappu. Muun oman materiaalin tuominen ei sallittu. Kokeen liitteenä on tarvittavia vakioita. Perustele vastauksissasi käyttämäsi kaavat ja ratkaisujen välivaiheet. Esittele vastauksessasi esiintyvät symbolit ja niiden merkitykset. Ratkaise jokainen tehtävä omalle sivulleen. Kaikissa tehtävissä vastauksista arvioidaan sekä esitystapa että sisällön oikeellisuus.

On tärkeää että ainakin yrität jokaista tehtävää. Onnea!

- Määrittele seuraavien termien/käsitteiden merkitys enintään noin 30 sanalla / termi. Pelkkä kaava ei ole riittävä vastaus. Merkittävästi ylipitkä vastaus vähentää pisteitä. A. Harmoninen värähdysliike B. Dopplerilmiö C. Alikriittinen vaimennus D. Aallonpituus E. Resonanssi F. Aallon interferenssi

Vastaa seuraavaan kysymykseen maksimissaan noin 200 sanalla. Merkittävästi ylipitkä tai heikosti jäsennely vastaus vähentää pisteitä. Voit käyttää vastauksesi tukena piirroksia, esimerkkejä ja matemaattisia kaavoja, mutta piirrokset, esimerkit tai kaavat eivät ole yksinään riittävä vastaus.

- Kokoa yhteen yleisen värähdysliikkeen keskeiset käsitteet ja niiden merkitykset. Koosta erityisesti vaimentamattoman ja vaimennetun värähdysliikkeen sekä pakotetun värähdysliikkeen keskeiset yhteydet ja miten ne eroavat toisistaan.
- Erään sähköauton massa on 500 kg. Sen maksiminopeus vaakasuoralla tiellä on 35 m/s, kun taas maksiminopeus on 20 m/s auton kiiwetessä jyrkkyydeltään 10 % mäkeä. Jyrkän mäen pinta on karhennettu pidon parantamiseksi, joten oletetaan että mäessä kitkavoimat kaksinkertaistuvat tasamaahan verrattuna. Määritä auton huippunopeus 5 % alamäessä, joka on kitkaominaisuuksiltaan samankaltainen kuin vaakasuora tie. Ilmanvastus oletetaan merkityksettömäksi muihin kitkavoimiin verrattuna.

(NB: 1 % jyrkkyys määritellään kulmana α vaakasuoraan nähden, jolle pätee $\tan \alpha = 0.01$)

- Kuvan mukainen kappale (massa m) on kytketty jouseen (jousivakio k) ja ulkoiseen pakkovoimaan. Kappaleet ovat vaakasuoralla alustalla. Oleta, että kappaleeseen kohdistuva nettokitkavoima on suoraan verrannollinen kappaleen nopeuteen v (verrannollisuuskerroin b). Kappale pidetään ulkoisen pakkovoiman avulla harmonisessa värähdysliikkeessä. Pakkovoima ajaa kappaletta sen luonnollisella värähdystaajuudella. Ajan hetkellä $t = 0$ kappale on maksimietäisyydellä tasapainoasemastaan kun pakkovoima kytketään irti. Montako sykliä kappale liikkuu ennen pysähtymistään? Kappale voidaan katsoa pysähtyneeksi, kun sen amplitudi on pudonnut $1/e^8$ -osaan alkuperäisestä amplitudista. Voit olettaa, että syklejä on useita.



Kirjoita SELVÄSTI nimesi, opiskelijanumerosi, koulutusohjelmasi, opintojaksokoodi sekä kokeen päivämäärä jokaiseen koepaperiin. Ratkaise jokainen tehtävä omalle sivulleen.

Properties of Materials

Substance	ρ (kg/m ³)	c (J/kg K)
Air at STP*	1.28	
Ethyl alcohol	790	2400
Gasoline	680	
Glycerin	1260	
Mercury	13,600	140
Oil (typical)	900	
Seawater	1030	
Water	1000	4190
Aluminum	2700	900
Copper	8920	385
Gold	19,300	129
Ice	920	2090
Iron	7870	449
Lead	11,300	128
Silicon	2330	703

*Standard temperature (0°C) and pressure (1 atm)

Resistivity and Conductivity of Conductors

Metals	Resistivity (Ω m)	Conductivity ($\Omega^{-1} \text{m}^{-1}$)
Aluminum	2.8×10^{-8}	3.5×10^7
Copper	1.7×10^{-8}	6.0×10^7
Gold	2.4×10^{-8}	4.1×10^7
Iron	9.7×10^{-8}	1.0×10^7
Silver	1.6×10^{-8}	6.2×10^7
Tungsten	5.6×10^{-8}	1.8×10^7
Nichrome	1.5×10^{-6}	6.7×10^5
Carbon	3.5×10^{-5}	2.9×10^4

Mathematical Approximations

Binominal Approximation: $(1+x)^n \approx 1+nx$ if $x \ll 1$

Small-Angle Approximation: $\sin \theta \approx \tan \theta \approx \theta$ and $\cos \theta \approx 1$ if $\theta \ll 1$ radian

Useful Data

M_e	Mass of the earth	5.98×10^{24} kg	
R_e	Radius of the earth	6.37×10^6 m	
g	Free-fall acceleration on earth	9.80 m/s ²	
G	Gravitational constant	6.67×10^{-11} N m ² /kg ²	
k_B	Boltzmann's constant	1.38×10^{-23} J/K	
R	Gas constant	8.31 J/mol K	
N_A	Avogadro's number	6.02×10^{23} particles/mol	
T_0	Absolute zero	-273°C	
σ	Stefan-Boltzmann constant	5.67×10^{-8} W/m ² K ⁴	
p_{atm}	Standard atmosphere	101,300 Pa	
v_{sound}	Speed of sound in air at 20°C	343 m/s	
m_p	Mass of the proton (and the neutron)	1.67×10^{-27} kg	
m_e	Mass of the electron	9.11×10^{-31} kg	
K	Coulomb's law constant ($1/4\pi\epsilon_0$)	8.99×10^9 N m ² /C ²	
ϵ_0	Permittivity constant	8.85×10^{-12} C ² /N m ²	
μ_0	Permeability constant	1.26×10^{-6} T m/A	
e	Fundamental unit of charge	1.60×10^{-19} C	
c	Speed of light in vacuum	3.00×10^8 m/s	
h	Planck's constant	6.63×10^{-34} J s	4.14×10^{-15} eV s
\hbar	Planck's constant	1.05×10^{-34} J s	6.58×10^{-16} eV s
a_B	Bohr radius	5.29×10^{-11} m	

Molar Specific Heats of Gases

Gas	C_p (J/mol K)	C_v (J/mol K)
Monatomic Gases		
He	20.8	12.5
Ne	20.8	12.5
Ar	20.8	12.5
Diatomic Gases		
H ₂	28.7	20.4
N ₂	29.1	20.8
O ₂	29.2	20.9

Indices of Refraction

Material	Index of refraction
Vacuum	1 exactly
Air	1.0003
Water	1.33
Glass	1.50
Diamond	2.42