IFYT1002

February 9, 2024

Aslak Øvereng Iveland, Sevat Lappegard Skurtveit, Olav A. Samuelsen Telneset

1 Øving 3

1.1 Oppgave 1

En person skal måle den vertikale akselerasjonen til en heis ved å stå på en elektronisk badevekt inne i heisen. Heisen starter i ro i 1. etasje ved $t = 0$, og beveger seg så direkte opp til 2. etasje der den stanser. Grafen under viser den målte krafta mot badevekta som funksjon av tid.

Ved hvilket av tidspunktene $[t_1, t_5]$ er absoluttverdien til heisens fart maksimal?

A. t_1

B. t_2

C. t_3

D. t_4

E. t_5

1.2 oppgave 1

fordi $\sum F = m * a$ kan vi se på kraft-aksen som akselerasjonsaksen, ettersom massen er konstant. vi har da at $v = \int a\, dt$ som vil si at absoluttverdien til v er størst der arealet under grafen er størst, hvor likevektslinjen er ett skillepunkt. På denne grafen ser det ut som arealet er størst mellom $t_0 og t_2$, så riktig svar er:

B: t_2

1.3 Oppgave 2

I et enkelt labforsøk skal vi bestemme hvilefriksjonstallet μ_s og glidefriksjonstallet μ_k for kontaktflaten mellom en kloss og et skråplan.

a) Klossen legges i ro på skrålanet, og skråvinkelen θ økes forsiktig til en kritisk verdi θ_0 der klossen akkurat begynner å gli. Hva blir hvilefriksjonstallet μ_s uttrykt ved θ_0?

b) Skråplanvinkelen økes til en verdi $\theta > \theta_0$, slik at klossen kan gli nedover skråplanet med konstant akselerasjon. Når klossen starter fra ro måler vi at den sklir en lengde s målt langs skråplanet i løpet av tiden t. Hva blir glidefriksjonstallet μ_k, uttrykt ved s, t, g og θ?

1.4 oppgave 2

a) Hvilefriksjonstallet μ_s er lik tangenten av vinkelen θ_0 hvor klossen akkurat begynner å gli: $\mu_s = \tan\theta_0$ det er fordi kraften fr astattisk friksjon, som forhindrer klossen i å gli, er lik komponenten av klossens vekt parallelt med overflaten av skråplanet, akkurat før bevegelsen starter. På dette punktet er kraften fra statisk friksjon på sitt maksimale verdi, også kjent som grensefriksjon.

b) glidefriksjonen kan finnes ved å bruke bevegelsesligningen for konstant akselerasjon $s = v_0 t \frac{1}{2} a t^2 \rightarrow v_0 = 0 \rightarrow a = \frac{2s}{t^2}$ akselereasjonen er også summen av akselerasjonen til vertikal retning, og akselerasjonen til friksjonsretningen $a = g\sin\theta - \mu_k g\cos\theta \rightarrow \frac{2s}{t^2} = g\sin\theta - \mu_k g\cos\theta \rightarrow \mu_k = \tan\theta - \frac{2s}{gt^2\cos\theta}$

1.5 Oppgave 3

En vogn i en berg-og-dalbane starter i en viss høyde h over det laveste punktet A i en sirkulær loop med radius R. To andre punkter i loopen er markerte: B er midtveis oppe, og C er det høyeste punktet. Vogna har tilstrekkelig fart til at den fullfører en hel loop uten å miste kontakten med underlaget (uten at det er spesifisert hvorvidt den kommer rundt loopen med "god" eller "liten" margin). Se figuren under.

I denne oppgaven skal vi se bort fra friksjon og luftmotstand.

a) Hvilke påstander er riktige?

A. I punkt A er normalkrafta på vogna like stor som vognas tyngde.

B. I punkt A er normalkrafta på vogna større enn vognas tyngde.

C. I punkt B er sentripetalakselerasjonen til vogna lik 0.

D. I punkt B er den tangentielle akselerasjonen til vogna lik g.

E. I punkt C er sentripetalakselerasjonen til vogna lik g.

b) Et akselerometer i vogna måler en sentripetalakselerasjon $a_\perp = 3g$ i det høyste punktet, der g er tyngdeakselerasjonen. Akselerometeret er kalibrert slik at det viser $a_\perp = 0$ når vogna står i ro.

Hva er normalkrafta på vogna i C, angitt i antall ganger vognas tyngde G?

A. $N = 0$

B. $N = 0,5G$

C. $N = G$

D. $N = 2G$

E. $N = 3G$

3a) Riktige påstander: B, fordi normalkrafta må være like stor som g + sentripetalakselerasjonen, altså normalkrafta bidrar til å endre retning på vogna D, for at vogna skal bevege seg oppover må den tangentielle akselerasjonene i B være større eller lik g

3b) D, Fsum = 3g Fsum = Fg + Fn Fn = Fsum - Fg => N = 3g - g = 2g N = 2g

1.6 Oppgave 4

En bil masse masse $m = 1500$ kg kjører på horisontalt underlag med fart $v_0 = 80$ km/h idet den bråbremser for en hindring en strekning s foran bilen. Bilen har blokkeringsfrie bremser slik at det hele tiden virker maksimal hvilefriksjon mot dekkene. Hvilefriksjonstallet mellom dekk og underlag er $\mu_s = 0,80$.

a) Hvor lang strekning s trenger bilen for å stoppe, målt fra punktet der nedbremsingen startet?

b) Hvor stor fart ville bilen ha truffet hindringen med, dersom den hadde kjørt i 90 km/h og s er den samme som i a)?

c) Ved en annen anledning kjører bilen nedover en bakke med 15 % stigning (se figur under). Hvor lang strekning trenger bilen for å stoppe fra en fart $v_0 = 80$ km/h i dette tilfellet?

1.6.1 Svar:

a) Siden vi vet at energien må være bevart i de to tilstandene kan vi bruke denne egenskapen til å finne strekningen s ved bruk av energiloven.

Først finner vi at arbeidet $W_R = F \cdot s \cdot \cos\phi$ blir utført av friksjonskraften over strekning s, i dette tilfellet vil $\phi = 180°$.

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + |W_R|$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \mu_s mg \cdot s$$

$$s = \frac{v_0^2}{2\mu_s mg}$$

Setter inn verdiene vi har oppgitt:

$$s = \frac{(\frac{80km/h}{3,6})^2}{2 \cdot (0,80) \cdot (9,81m/s^2)}$$

$$= 31,46 \text{ m}$$

b) I denne opppgaven er vi ute etter v_1, vi kan ta ugangspunkt i (1).

som gir oss

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + |W_R|$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \mu_s mg \cdot s$$

$$v_0^2 = v_1^2 + 2\mu_s g \cdot s$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 - 2\mu_s g \cdot s}$$

Deretter kan vi finne hastigheten til bilen ved $s = 31,46m$ og $v_0 = 90km/h$:

$$v_1 = \sqrt{(\frac{90km/h}{3,6})^2 - 2(0,80)\cdot(31,46m)}$$

$$= 11.45 \text{ m/s}$$

c) Her er det gitt at motstående kateter er 0,15m og hosliggende = 1 m.

$h_1 = s \cdot \sin\alpha$, $h_0 = 0m$
$v_0 = 80km/h$, $v_1 = 0km/h$,

Vi finner vinkelen $\alpha = tan^{-1}(0,15)$ som gir $\alpha = 8,53076561°$

Her kan vi også ta utgangspunkt i energiloven:

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_0 + |W_R|$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh_1 = |W_R|$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh_1 = \mu_s mg \cdot \cos\alpha \cdot s$$

$$\frac{1}{2}v_0^2 + g(s \cdot \sin\alpha) = \mu_s g(\cos\alpha \cdot s)$$

$$s = \frac{v_0^2}{2g(\mu_s \cdot \cos\alpha - \sin\alpha)}$$

da får vi

$$s = \frac{(\frac{80km/h}{3,6})^2}{2(9,81m/s^2)(0,80 \cdot \cos 8,53076561 - \sin 8,53076561)}$$

$$= 39,16 \text{ m}$$