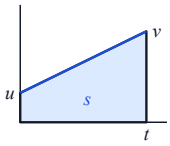
قوانين الفيزياء: الميكانيكا

الحركة

معادلات الحركة بتسارع ثابت (SUVAT)



دون الإزاحة
$$v = u + at$$
دون التسارع
$$s = \tfrac{1}{2}(u+v)t$$
دون السرعة النهائية
$$s = ut + \tfrac{1}{2}at^2$$
دون الزمن
$$v^2 = u^2 + 2as$$
دون السرعة الابتدائية
$$s = vt - \tfrac{1}{2}at^2$$

لتسارع ثابت فقط.

s الإزاحة u السرعة الابتدائية v السرعة النهائية a التسارع t الزمن

السرعة القياسية والسرعة المتجهة

متوسط السرعة القياسية
$$\bar{v} = \frac{d}{t}$$
متوسط السرعة المتجهة
$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

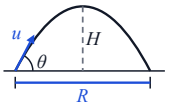
d المسافة Δx الإزاحة $t, \Delta t$ الزمن

التسارع

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v-u}{t}$$

$\bar{a}$ التسارع المتوسط Δv التغير في السرعة t الزمن

حركة المقذوفات



أفقيًا
$$x = (u\cos\theta)\,t$$
رأسيًا
$$y = (u\sin\theta)\,t - \tfrac{1}{2}gt^2$$
زمن التحليق
$$T = \frac{2u\sin\theta}{g}$$
أقصى ارتفاع
$$H = \frac{u^2\sin^2\theta}{2g}$$
المدى الأفقي
$$R = \frac{u^2\sin 2\theta}{g}$$

دون مقاومة الهواء. قوانين T وH وR لا تصح إلا إذا هبط المقذوف عند الارتفاع نفسه الذي أُطلق منه.

u سرعة الإطلاق θ زاوية الإطلاق
x, y المسافة الأفقية والرأسية من نقطة الإطلاق t الزمن
g تسارع الجاذبية

القوى

قانون نيوتن الثاني

القوة المحصّلة
$$\Sigma F = ma$$
الوزن
$$W = mg$$

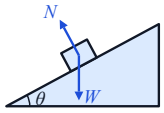
ΣF القوة المحصّلة m الكتلة a التسارع g تسارع الجاذبية

الاحتكاك

الاحتكاك السكوني
$$f_s \le \mu_s N$$
الاحتكاك الحركي
$$f_k = \mu_k N$$

μ معامل الاحتكاك N القوة العمودية

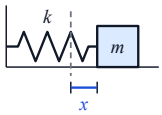
المستوى المائل



القوة على امتداد المستوى
$$F_{\parallel} = mg\sin\theta$$
القوة العمودية
$$N = mg\cos\theta$$

W الوزن N القوة العمودية
θ زاوية ميل المستوى

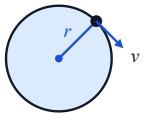
قانون هوك



قوة النابض
$$F = -kx$$

k ثابت النابض x الاستطالة

الحركة الدائرية



التسارع المركزي
$$a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$
القوة المركزية
$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$
السرعة في مسار دائري
$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

v السرعة r نصف القطر T الزمن الدوري ω السرعة الزاوية

الطاقة والشغل والقدرة

الطاقة الحركية

$$KE = \tfrac{1}{2}mv^2$$

m الكتلة v السرعة

طاقة الوضع

في مجال الجاذبية
$$PE = mgh$$
المرونية
$$PE = \tfrac{1}{2}kx^2$$

h الارتفاع k ثابت النابض x الاستطالة

الشغل

الشغل
$$W = Fd\cos\theta$$
الشغل والطاقة
$$W_{\text{net}} = \Delta KE$$

F القوة d الإزاحة θ الزاوية بين القوة واتجاه الحركة

القدرة والكفاءة

القدرة المتوسطة
$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t}$$
القدرة اللحظية
$$P = Fv\cos\theta$$
الكفاءة
$$\eta = \frac{E_{\text{out}}}{E_{\text{in}}} \times 100\%$$

W الشغل Δt الزمن θ الزاوية بين القوة واتجاه الحركة

حفظ الطاقة

$$\tfrac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \tfrac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$$

الطاقة الميكانيكية، عندما تكون الجاذبية وحدها هي التي تبذل شغلًا: لا احتكاك ولا مقاومة وسط ولا قوة أخرى تضيف طاقة أو تنزعها.

كمية الحركة

كمية الحركة والدفع

كمية الحركة
$$p = mv$$
الدفع
$$J = \bar{F}\Delta t = \Delta p$$

p كمية الحركة J الدفع $\bar{F}$ القوة المتوسطة

التصادمات

حفظ كمية الحركة
$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$
الجسمان يلتحمان
$$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1+m_2)v$$

u السرعة قبل التصادم v السرعة بعد التصادم

مركز الكتلة

$$x_{\text{cm}} = \frac{\Sigma mx}{\Sigma m}$$

m الكتلة x الموضع

الحركة الدورانية

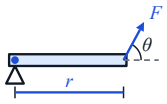
الحركة الزاوية

السرعة الزاوية
$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$
السرعة الخطية والزاوية
$$v = r\omega$$
$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$
$$\Delta\theta = \omega_0 t + \tfrac{1}{2}\alpha t^2$$

القانونان الأخيران: لتسارع زاوي ثابت فقط.

ω السرعة الزاوية α التسارع الزاوي $\Delta\theta$ الزاوية بالراديان

عزم الدوران



عزم الدوران
$$\tau = rF\sin\theta$$
القانون الثاني للدوران
$$\Sigma\tau = I\alpha$$
عزم القصور الذاتي
$$I = \Sigma mr^2$$
نظرية المحاور المتوازية
$$I = I_{\text{cm}} + Md^2$$

r البعد عن محور الدوران I عزم القصور الذاتي M الكتلة
d المسافة بين المحورين المتوازيين

طاقة الدوران وكمية الحركة الزاوية

الطاقة الحركية الدورانية
$$KE = \tfrac{1}{2}I\omega^2$$
كمية الحركة الزاوية
$$L = I\omega$$

I عزم القصور الذاتي ω السرعة الزاوية L كمية الحركة الزاوية

الاهتزازات

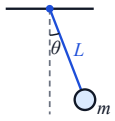
كتلة معلّقة بنابض

الزمن الدوري

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

m الكتلة k ثابت النابض

البندول البسيط



الزمن الدوري

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

للاهتزازات الصغيرة فقط، حتى نحو $15°$.

L الطول g تسارع الجاذبية

الحركة التوافقية البسيطة

التردد

$$f = \frac{1}{T}$$

التردد الزاوي

$$\omega = 2\pi f$$

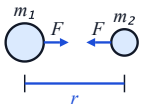
الموضع

$$x = A\cos(\omega t)$$

A السعة T الزمن الدوري

الجاذبية

قانون نيوتن للجذب العام



$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

شدة المجال

$$g = \frac{GM}{r^2}$$

G ثابت الجذب العام
r المسافة بين المركزين
M كتلة الكوكب

المدارات

السرعة المدارية

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

الزمن الدوري للمدار

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM}r^3$$

طاقة الوضع التثاقلية

$$U = -\frac{GMm}{r}$$

لمدار دائري.

M كتلة الكوكب r نصف قطر المدار

الموائع

الكثافة

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ الكثافة m الكتلة V الحجم

الضغط والطفو

الضغط

$$P = \frac{F}{A}$$

الضغط عند عمق

$$P = P_0 + \rho g h$$

قوة الطفو

$$F_b = \rho V g$$

A المساحة ρ كثافة المائع h العمق V الحجم المغمور

جريان الموائع

معادلة الاستمرارية

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

معادلة برنولي

$$P_1 + \rho g y_1 + \tfrac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho g y_2 + \tfrac{1}{2}\rho v_2^2$$

جريان مستقر لمائع غير قابل للانضغاط، دون احتكاك.

A المساحة v سرعة الجريان y الارتفاع

الثوابت

الثوابت

تسارع الجاذبية على سطح الأرض

$$g = 9.81\ \mathrm{m/s^2}$$

ثابت الجذب العام

$$G = 6.67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N\,m^2/kg^2}$$

كتلة الأرض

$$M_E = 5.97 \times 10^{24}\ \mathrm{kg}$$

نصف قطر الأرض

$$R_E = 6.37 \times 10^{6}\ \mathrm{m}$$