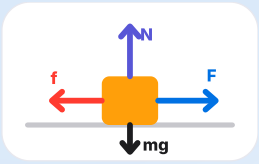
BagrutAce

فيزياء · ميكانيكا

# قوانين نيوتن الثلاث

## تلخيص + 3 أسئلة مع الحل




بالبچروت بنحسب مع $g = 10\ \text{m/s}^2$

لكل جسم لحاله، ولكل محور لحاله $\Sigma F = m\,a$

### 1 القانون الأوّل

$$\Sigma F = 0 \iff v = \text{const}$$

محصّلة القوى صفر؟ الجسم **ساكن** أو بيتحرّك **بسرعة ثابتة**. والعكس كمان صحيح.

جسم 3 kg معلّق بخيط وساكن:
$T = mg = 3 \cdot 10 = 30\ \text{N}$

### 2 القانون الثاني

$$\Sigma F = m\,a$$

التسارع **باتجاه المحصّلة**. بنكتبه لكل محور: $\Sigma F_x = ma_x$ و $\Sigma F_y = ma_y$.

4 kg، سحب 30 N، احتكاك 10 N:
$a = \frac{30 - 10}{4} = 5\ \text{m/s}^2$

### 3 القانون الثالث

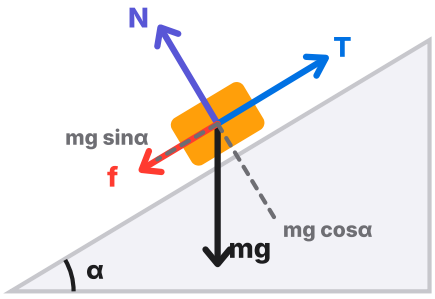
$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

نفس الحجم، عكس الاتجاه، و**على جسمين مختلفين**، فما بيلغوا بعض.

الميزان بيدفع الراكب لفوق بـ $N$، والراكب بيدفع الميزان لتحت بنفس الـ $N$. هاي اللي بيقرأها الميزان.

### 4 مخطّط القوى بـ 5 خطوات

لكل سؤال نيوتن




1. اختاروا **جسم واحد** وارسموه لحاله.
2. ارسموا بس القوى اللي **عليه**، مش القوى اللي هو بيعملها على غيره.
3. اختاروا اتجاه موجب، والأسهل **باتجاه الحركة**.
4. على مائل فصّلوا $mg$: $mg\sin\alpha$ مع المائل، و$mg\cos\alpha$ عمودي عليه.
5. اكتبوا $\Sigma F = ma$ لكل محور، وحلّوا.

### 5 القوى اللي بتتكرّر

مين بيعملها؟

| | |
|---|---|
| الوزن (الأرض)، دايمًا لتحت | $W = mg$ |
| العمودية (السطح): من معادلة المحور | $\Sigma F_\perp = ma_\perp \Rightarrow N$ |
| الشدّ (الخيط)، نفسه بكل الخيط | $T$ |
| احتكاك ساكن: سقف مش قيمة | $f_s \le \mu_s N$ |
| احتكاك حركي: عكس الحركة | $f_k = \mu_k N$ |

### 6 مائل ومنظومة بخيط

مثال أرقام

جسم 2 kg على مائل، $\sin\alpha = 0.6,\ \cos\alpha = 0.8$:

| | |
|---|---|
| مع المائل | $mg\sin\alpha = 20 \cdot 0.6 = 12\ \text{N}$ |
| عمودي على المائل | $mg\cos\alpha = 20 \cdot 0.8 = 16\ \text{N}$ |
| العمودية هين | $N = mg\cos\alpha = 16\ \text{N}$ |
| بينزلق إذا | $mg\sin\alpha > f_{s,max}$ |

بمنظومة مربوطة بخيط: **نفس $a$ لكل الأجسام**. اكتبوا معادلة لكل جسم واجمعوهن، فـ $T$ بيروح.

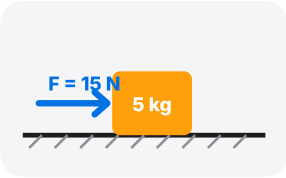
بالصفحة 2: 3 أسئلة من بنك BagrutAce (سهل، متوسط، صعب) ←

BagrutAce

# 3 أسئلة من البنك

## 1 صندوق على أرضيّة خشنة

سهل




صندوق كتلته $m = 5\ \text{kg}$ موضوع على أرضيّة أفقيّة خشنة. معامل الاحتكاك الساكن بين الصندوق والأرض هو $\mu_s = 0.4$ ومعامل الاحتكاك الحركيّ هو $\mu_k = 0.3$. يدفع طالب الصندوق بقوّة أفقيّة ثابتة $F = 15\ \text{N}$. استعملوا $g = 10\ \text{m/s}^2$.

**أ** ارسموا مخطّط القوى المؤثّرة على الصندوق. حدّدوا اتّجاه قوّة الاحتكاك الساكن.

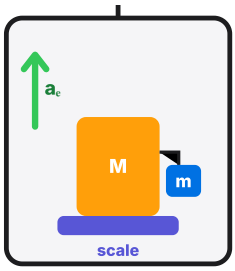
**ب** بفرض بقاء الصندوق ساكنًا، احسبوا مقدار القوّة العموديّة $N$ ومقدار قوّة الاحتكاك $f_s$.

**جـ** احسبوا القيمة العظمى لقوّة الاحتكاك الساكن $f_{max}$. حدّدوا هل سيبدأ الصندوق بالحركة إذا ضاعفنا قوّة الدفع إلى $F = 30\ \text{N}$. علّلوا.

**د** فسّروا لماذا لا تساوي قوّة الاحتكاك في البند (ب) $\mu_s N$، ومتى تتساوى قوّة الاحتكاك مع $\mu_s N$.

## 2 ميزان بالمصعد

متوسط




يقف مسافر كتلته $M = 70\ \text{kg}$ على ميزان أرضي موضوع على أرضية مصعد، وهو يحمل بيديه حقيبة كتلتها $m = 20\ \text{kg}$ بحيث لا تلامس الحقيبة الأرض ولا جدران المصعد. قراءة الميزان بالكيلوغرام تعادل القوة العمودية التي يؤثر بها الميزان على المسافر مقسومة على $g$. أهملوا كتلة الميزان ومقاومة الهواء. استعملوا $g = 10\ \text{m/s}^2$.

**أ** اعتبروا المسافر والحقيبة معًا كمنظومة واحدة. ارسموا مخطط القوى الخارجية المؤثرة على هذه المنظومة أثناء حركة المصعد. اكتبوا بجانب كل قوة اسمها ومن يؤثر بها.

**ب** المصعد ساكن. احسبوا قراءة الميزان بالكيلوغرام. ماذا تكون القراءة عندما يتحرك المصعد بسرعة ثابتة إلى الأعلى؟ عللوا.

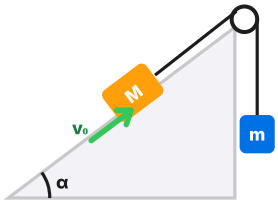
**جـ** يتسارع المصعد إلى الأعلى بتسارع مقداره $a_e = 2\ \text{m/s}^2$. احسبوا قراءة الميزان بالكيلوغرام أثناء هذا التسارع.

**د** يتحرك المصعد الآن بسرعة ثابتة. يرفع المسافر الحقيبة إلى الأعلى بالنسبة للمصعد: (1) بسرعة ثابتة. (2) بتسارع لحظي مقداره $3\ \text{m/s}^2$ إلى الأعلى. حددوا في كل حالة هل تتغير قراءة الميزان أم لا، واحسبوا القراءة اللحظية في الحالة (2). فسروا.

**هـ** اشرحوا بالفعل ورد الفعل لماذا تمثل قراءة الميزان القوة العمودية وليست قوة الجاذبية ولا محصلة القوى على المسافر.

## 3 مائل، بكرة، وخيط بينقطع

صعب




صندوق كتلته $M = 3\ \text{kg}$ موضوع على مستوى مائل خشن زاوية ميله $\alpha$ بحيث $\sin\alpha = 0.6$ و$\cos\alpha = 0.8$، ومربوط بخيط خفيف يمر فوق بكرة مثالية في أعلى المستوى إلى ثقل معلق كتلته $m = 3\ \text{kg}$. معاملا الاحتكاك بين الصندوق والمستوى هما $\mu_s = 0.4$ و$\mu_k = 0.25$. تتحرك المنظومة بحيث يصعد الصندوق على المستوى والثقل يهبط. في لحظة معينة تكون سرعة الصندوق إلى أعلى المستوى $v_0 = 4\ \text{m/s}$، فينقطع الخيط فجأة. يواصل الصندوق حركته وحده على المستوى. افترضوا $g = 10\ \text{m/s}^2$.

**أ** ارسموا مخططات القوى للصندوق وللثقل قبل انقطاع الخيط. احسبوا مقدار التسارع ومقدار الشد في الخيط في هذه المرحلة.

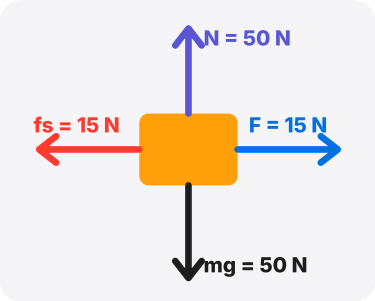
**ب** ارسموا مخطط القوى للصندوق بعد انقطاع الخيط، بينما يواصل حركته إلى أعلى المستوى.

**ج** احسبوا مقدار تسارع الصندوق بعد انقطاع الخيط، طالما يواصل حركته إلى أعلى المستوى. حددوا الاتجاه.

**د** احسبوا المسافة التي يقطعها الصندوق على المستوى من لحظة انقطاع الخيط حتى توقفه لحظيًا.

**هـ** حددوا هل يبقى الصندوق في مكانه بعد توقفه اللحظي أم ينزلق عائدًا إلى أسفل المستوى. عللوا بحساب.

## 1 صندوق على أرضيّة خشنة




**أ** 4 قوى: الوزن $mg$ لتحت (الأرض)، العمودية $N$ لفوق (الأرضيّة)، الدفع $F$ لقدّام، والاحتكاك الساكن $f_s$ **لورا**، عكس الاتجاه اللي الصندوق "بدّه" يتحرّك فيه.

$$W = mg = 5 \cdot 10 = 50 \text{ N}$$

**ب** ساكن، يعني القانون الأوّل: المحصّلة صفر بكل محور.

$$F - f_s = 0 \Rightarrow f_s = 15 \text{ N} \quad N - mg = 0 \Rightarrow N = 50 \text{ N}$$

**جـ**

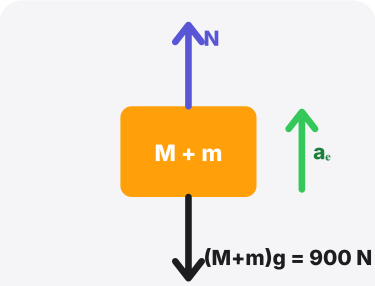
$$30 \text{ N} > 20 \text{ N} \quad f_{max} = \mu_s N = 0.4 \cdot 50 = 20 \text{ N}$$

الدفع أكبر من السقف، فالصندوق **بيتحرّك**. وبعد ما يتحرّك الاحتكاك بيصير حركي: $f_k = \mu_k N = 0.3 \cdot 50 = 15 \text{ N}$، فـ $a = \frac{30 - 15}{5} = 3 \text{ m/s}^2$.

**د** الاحتكاك الساكن **بيتكيّف**: بيساوي الدفع بالزبط (15 N) عشان الصندوق يضلّ ساكن. $\mu_s N$ هو **سقف** بس، وبيوصله الاحتكاك ونتا الصندوق على وشك يتحرّك.

ب N = 50 N | ب fs = 15 N | جـ: بيتحرّك مع 30 N 20 N

## 2 ميزان بالمصعد




**أ** المنظومة (مسافر + حقيبة) كتلتها $M + m = 90 \text{ kg}$. عليها قوّتين خارجيّتين بس: الوزن $(M+m)g$ لتحت (الأرض)، والعمودية $N$ لفوق (الميزان). قوّة الإيد على الحقيبة **داخليّة**، فما بنرسمها.

**ب**

$$N = (M+m)g = 90 \cdot 10 = 900 \text{ N}$$

القراءة 90 kg. وبسرعة ثابتة $a = 0$، نفس المعادلة (القانون الأوّل)، فالقراءة كمان 90 kg.

**جـ**

$$N - (M+m)g = (M+m)a_e \Rightarrow N = 90 \cdot 12 = 1080 \text{ N}$$

القراءة 108 kg: تسارع لفوق بيكبّر العمودية.

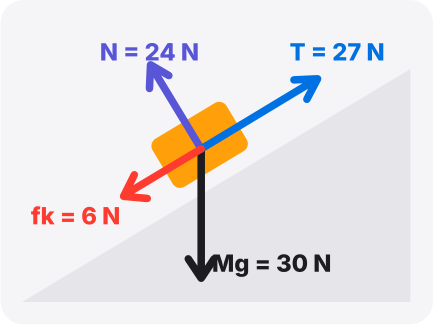
**د** (1) الحقيبة بسرعة ثابتة: تسارعها صفر، فما في قوّة زيادة والقراءة بتضلّ 90 kg.
(2) الحقيبة بتتسارع 3 لفوق، فبدها قوّة زيادة $m \cdot 3$ من الإيد، والضغط على الميزان بيزيد:

$$N - (M+m)g = m \cdot 3 \Rightarrow N = 900 + 60 = 960 \text{ N}$$

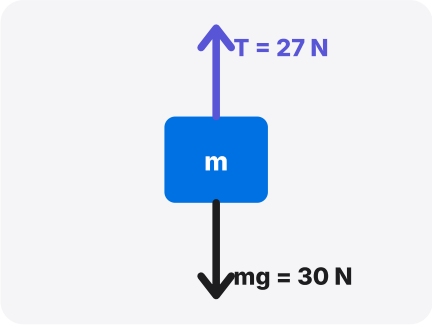
القراءة اللحظيّة 96 kg، وبعدين بترجع 90. (فحص: الإيد بتشدّ $H = m(g+3) = 20 \cdot 13 = 260 \text{ N}$، و$700 + 260 = 960$.)

**هـ** القانون الثالث: الميزان بيدفع المسافر لفوق بـ $N$، والمسافر بيدفع الميزان لتحت بنفس الـ $N$، **وهاي القوّة اللي الميزان بيقيسها**. الجاذبيّة فعل الأرض، وردّ فعلها على الأرض نفسها. والمحصّلة بتحدّد التسارع، والميزان ما بيقيسها.

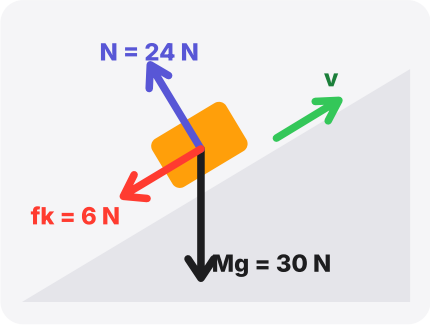
## 3 مائل، بكرة، وخيط بينقطع




الصندوق، الخيط لسّا موجود




الثقل




بعد ما الخيط انقطع (لسّا طالع)

**أ** الصندوق: الوزن، العمودية، الشدّ $T$ لفوق المائل، والاحتكاك الحركي **لتحت المائل** (عكس الحركة). الثقل: الوزن لتحت والشدّ لفوق. موجب: لفوق المائل للصندوق، ولتحت للثقل.

$$N = Mg\cos\alpha = 30\cdot 0.8 = 24\ \text{N} \quad f_k = \mu_k N = 0.25\cdot 24 = 6\ \text{N} \quad Mg\sin\alpha = 30\cdot 0.6 = 18\ \text{N}$$

$$T - Mg\sin\alpha - f_k = Ma \quad mg - T = ma$$

بنجمع المعادلتين، فـ $T$ بيروح:

$$30 - 18 - 6 = 6a \Rightarrow a = 1\ \text{m/s}^2 \quad T = m(g-a) = 3\cdot 9 = 27\ \text{N}$$

فحص بمعادلة الصندوق: $27 - 18 - 6 = 3 = 3\cdot 1$ ✓

**ب** بعد ما الخيط انقطع ما في $T$. ضلّ الوزن، العمودية، والاحتكاك الحركي، ولسّا **لتحت المائل** لأنّ الصندوق لسّا طالع لفوق.

**ج**

$$a = -\frac{18+6}{3} = -8\ \text{m/s}^2$$

يعني **لتحت المائل**: الصندوق بيبطّئ. انتبهوا: $Mg\sin\alpha$ والاحتكاك هسا بنفس الاتجاه، فبينجمعوا. 8 m/s²

**د**

$$v^2 = v_0^2 + 2ad \quad 0 = 4^2 + 2(-8)d \Rightarrow d = 1\ \text{m}$$

**هـ** بلحظة الوقوف بنقارن القوّة اللي بتشدّه لتحت مع سقف الاحتكاك الساكن:

$$f_{s,max} = \mu_s N = 0.4\cdot 24 = 9.6\ \text{N} \quad 18\ \text{N} > 9.6\ \text{N}$$

الاحتكاك الساكن **ما بيقدر** يمسكه، فالصندوق بينزلق راجع لتحت. (ونازل: الاحتكاك بيقلب لفوق المائل، لتحت.) $a = \frac{18-6}{3} = 4\ \text{m/s}^2$

أ a = 1 m/s² | أ T = 27 N | د d = 1 m | هـ بينزلق

**اتجاه الاحتكاك بيتبدّل مع اتجاه الحركة.** طالع: لتحت المائل. نازل: لفوق المائل. لهيك بكل مرحلة بنرسم مخطّط قوى جديد.

**بدكم تتدرّبوا على قوانين نيوتن؟**
حلّوا على BagrutAce وAce بيصلّحلكم على طول.
يلّا نبلّش ← bagrutace.com