

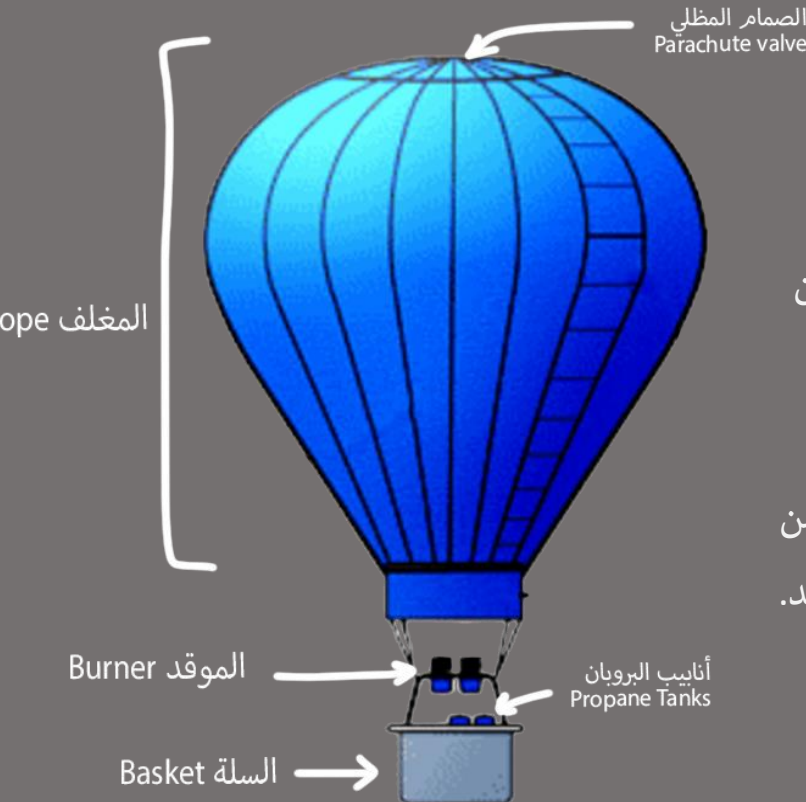
المنطاد Hot air Balloon



الْمِنْطَاد هو بالون كبير الحجم متصل بأسفله سلة لنقل الناس أو البضائع له استخدامات عديدة أولها كوسيلة نقل و هو طائرة تظل محلقة معتمدة في المقام الأول على استخدام طفوٍ أخف من غازات الهواء التي تقوى على حمل مركبة كثافتها الكلية تقترب من كثافة الهواء. تشمل المناطيد البالونات الحرة وسفن الهواء والمناطيد المربوطة. المكون الهيكلي الرئيسي للمنطاد هو الغلاف (المغلف) الذي يتكون من الجلد أو النايلون ذو الوزن الخفيف (أي مادة ذي كثافة

منخفضة) حيث يحتوي على غاز الرفع أو الهيليوم أو الهيدروجين لتزويد الطفو للمكونات الأخرى المرفقة. شوهدت واحدة من أعظم عمليات انتشار الجند بالمنطاد في حفل الافتتاح التاسع عشر ألعاب الكومنولث عام 2010 التي عقدت في دلهي بالهند. كان استخدام المنطاد في الاحتفال هو الاستخدام الأكبر له في جميع أنحاء العالم.

أطلق على المناطيد هذا الاسم باللغة الإنجليزية بسبب استخدامهم «توازن الهواء والغازات» الذي يجبره على الطفو ولا يتطلب حركة خلال الكتلة الهوائية المحيطة



- ممي يتكون المنطاد ؟

يتكون المنطاد من 3 أجزاء رئيسية :

المغلف : يتكون المنطاد الفعلي الذي يحمل الهواء من

نسيج مقوى يسمى النايلون القابل للتمدد

الموقد : الوحدة التي تسخن الهواء داخل المغلف.

السلة : حيث يقف الركاب والطيار, السلال مصنوعة من

الروطان أو الخوص وكل منها منسوج بشكل فردي باليد.

- مبدأ عمل المنطاد (آلية الطيران) :

يستند المنطاد إلى مبدأ علمي أساسي بسيط للغاية : الهواء الأكثر دفئاً يرتفع في الهواء البارد. حيث الهواء الساخن أخف من الهواء البارد ، لأنه يحتوي على كتلة أقل لكل وحدة حجم.

تزن القدم المكعبة من الهواء حوالي 28 جرامًا (حوالي أونصة). إذا قمت بتسخين هذا الهواء بمقدار 100 درجة فهرنهايت ، فإنه يزن حوالي 7 جرامات أقل. لذلك ، يمكن لكل قدم مكعبة من الهواء الموجودة في منطاد الهواء الساخن رفع حوالي 7 جرام. هذا ليس كثيرًا ، وهذا هو السبب في أن بالونات الهواء الساخن ضخمة جدًا - لرفع 1000 رطل ، تحتاج إلى حوالي 65000 قدم مكعب من الهواء الساخن.

يحكم "قانون الغاز المثالي" جميع الغازات (حيث أن الهواء غاز). هذا القانون عبارة عن علاقة رياضية بين حجم الغاز وضغطه ودرجة حرارته. بالنسبة لكمية معينة من الغاز ، يظل الضغط P مضروبًا في الحجم V مقسومًا على درجة الحرارة T ثابتًا. ($PV = nRT$) .

لنفخ المنطاد ، يتم شد المغلف على الأرض وإرفاقه بالسلة والموقد اللذان يوضعان جميعًا على جانبيهما مروحة صغيرة تعمل بالبنزين تنفخ الهواء في المغلف ثم يتم تشغيل الموقد ، ويتم تسخين الهواء الموجود في الظرف.

يرتفع الهواء الساخن ويرفع المنطاد في وضع مستقيم ، تقوم المناطيد الحديثة بتسخين الهواء عن طريق حرق البروبان ، وهي نفس المادة التي يشيع استخدامها في الشوايات الخارجية حيث تهب الرياح على ارتفاعات مختلفة في اتجاهات مختلفة وبسرعات مختلفة ، كل ما عليك فعله لتوجيه البالون هو الصعود أو النزول إلى ارتفاع حيث تهب الرياح في الاتجاه الذي تريد أن تذهب إليه. لجعل البالون يرتفع ، يتم تسخين الهواء داخل المغلف. للنزول ، يسمح الطيار للهواء أن يبرد.

متوسط مدة الرحلة بواسطة المنطاد الجوي هو ساعة واحدة ، على الرغم من أنه من الناحية الفنية يمكن أن يطير من 2 إلى 3 ساعات وأكثر.

- الدراسة الفيزيائية للحالة :

كما ذكرنا سابقاً فإن الغاية الأساسية هي تقليل وزن الهواء (بكمية كبيرة) داخل المغلف كي يرتفع المنطاد إلى الأعلى وذلك عن طريق عملية التسخين ، حيث أن حركة المنطاد تستند على عدة قوانين و مبادئ ألا وهي :

- قانون الغاز المثالي Ideal gas law :

يصف العلاقة بين الضغط و الحجم و درجة الحرارة و عدد جزيئات الغاز.

يعطى القانون بالعلاقة الرياضية $PV = nRT$

حيث P هو ضغط الغاز

V هو حجم الغاز

n هو عدد جزيئات الغاز

R هو ثابت الغاز

T هي درجة حرارة الغاز مقاساً بالكلفن

- قانون شارل Charles's law

ينص قانون شارل على أن حجم الغاز يتناسب طردياً مع درجة حرارته عند ضغط ثابت. هذا يعني أنه كلما زادت درجة حرارة الغاز ، يزداد حجمه أيضاً ، ومع انخفاض درجة الحرارة ، يتناقص حجمه أيضاً ، طالما ظل الضغط ثابتاً.

يعطى القانون بالعلاقة الرياضية $V1 / T1 = V2 / T2$

حيث V1 و T1 هما الحجم الأولي و درجة حرارة الغاز ، و V2 و T2 هما الحجم النهائي و درجة حرارة الغاز على التوالي.

- قانون غاي لوساك Gay-Lussac's Law

ينص على أن ضغط الغاز يتناسب طردياً مع درجة حرارته ، عند حجم ثابت. هذا يعني أنه كلما زادت درجة حرارة الغاز ، يزداد ضغطه أيضاً ، ومع انخفاض درجة الحرارة ، ينخفض ضغطه أيضاً، طالما ظل الحجم ثابتاً.

يعطى القانون بالعلاقة الرياضية $P1 / T1 = P2 / T2$

حيث P1 و T1 هما الضغط الأولي ودرجة حرارة الغاز ، و P2 و T2 هما الضغط ودرجة الحرارة النهائيان للغاز على التوالي.

- قانون نيوتن الثاني Newton's second law

ينص على أن تسارع الجسم والذي يكتسبه نتيجة لقوة دفع ما يتناسب تناسباً طردياً مع مجموع القوى المؤثرة فيه ويكون في اتجاهها. أي إن قوة دفع الجسم تساوي حاصل ضرب

كتلته وسرعته. وتُعدُّ قوة الدفع مثل السرعة، عبارة عن كَمِّيَّة متجهة لها مقدار واتجاه حيث يمكن للقوة المطبقة على الجسم أن تغير مقدار قوة الدفع أو اتجاهه أو كليهما

يعطى القانون بالعلاقة الرياضية $\Sigma F = m.a$

- مبدأ دافعة أرخميدس Archimedes pusher principle

ينص على أن الجسم المغمور كلياً أو جزئياً في سائل (سائل أو غاز) يواجه قوة طفو صاعدة تساوي في القيمة قوة الجاذبية المؤثرة على السائل المزاح، وبصيغةٍ أخرى فإن حجم السائل المزاح يعادل حجم الجسم المغمور بالكامل في السائل، أو ذلك الجزء من الحجم الموجود أسفل السطح لجسم مغمور جزئياً في السائل، بحيث يكون مقدار قوة الطفو معادلاً لوزن الجزء المزاح من السائل، وإذا كان وزن الجسم أقل من وزن السائل المزاح فإنه يطفو، أما إذا كان وزن الجسم أكبر من وزن السائل المزاح فإنه يغرق

القانون بالعلاقة الرياضية $F_b = \rho V g$

حيث:

- F_b هي القوة الطافية التي يشعر بها الجسم المغمور في سائل.
- ρ هي كثافة السائل.
- V هو حجم السائل الذي ينزعه الجسم.
- g هو تسارع الجاذبية.

- تمثيل الحركة :

لدينا منطاد و لوازمه يملكان حجماً نرمزه ب V_b و كتلة M_b حيث أن الكتلة الكلية هي كتلة المنطاد و لوازمه مع كتلة الهواء الذي يملأ المنطاد أي $M_b = M_a + M_k$,
الكتلة الحجمية للهواء تبقى ثابتة و تعطى قوة الإحتكاك بالعلاقة $f = k v^2$ حيث k ثابت

أولاً: شرط صعود المنطاد عن الأرض

القوى المؤثرة :

الجسم : المنطاد + لوازمه

المعلم : معلم أرضي عطالي

القوى :

قوة الثقل \vec{P} : حاملها شاقولي و اتجاهه نحو الأسفل

قوة الإحتكاك \vec{f} : قوة إحتكاك الهواء حاملها شاقولي و اتجاهه عكس اتجاه الحركة

قوة دافعة أرخميدس $\vec{F_b}$: حاملها شاقولي و اتجاهه نحو الأعلى

التمثيل :

خصائص شعاع التسارع لكي يصعد المنطاد :

يجب أن يكون شاقولياً و موجه نحو الأعلى.

شرط Ma لصعود المنطاد :

بتطبيق قانون نيوتن الثاني :

$$\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$$

$$\vec{F_b} + \vec{f} + \vec{P} = m \cdot \vec{a}$$

بالإسقاط على محور الحركة

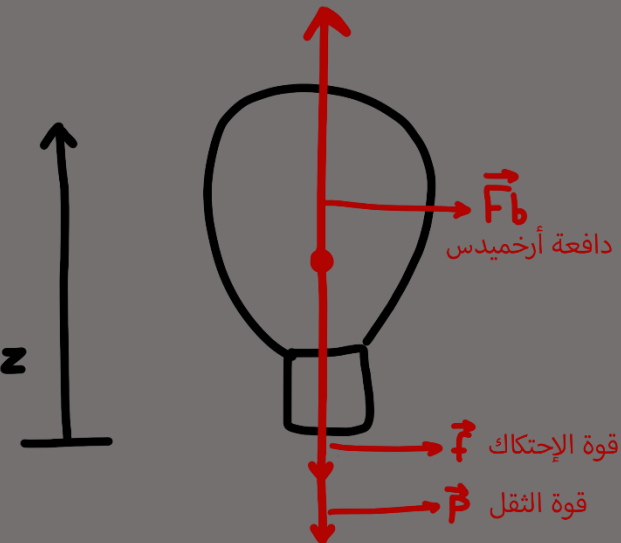
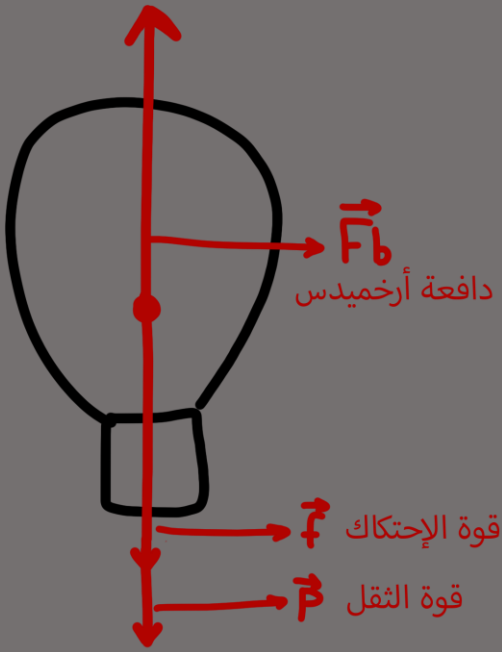
(اتجاه الحركة موجه إلى الأعلى) أي بجهة إسقاط Oz

$$F_b - f - P = m \cdot a$$

بما أن $a > 0$ و $m > 0$ ومنه $F_b - f - P > 0$

نعوض بالقيم حيث

$$P = m \cdot g \text{ و } f = k \cdot \rho \cdot v^2 \text{ و } F_b = \rho \cdot V_b \cdot g$$



$$\rho.Vb.g - k. \rho.v^2 - m.g > 0$$

$$m < \rho.Vb.g - k. \rho.v^2 / g$$

و هذا الشرط الذي يجب أن يتحقق كي يصعد المنطاد

و نلاحظ أن مباشرةً بعد الإقلاع ستكون v صغيرة جداً و منه $k.p.v^2$ صغيرة جداً أي يمكن إهمالها

$$m < \rho.Vb.g - 0 / g$$

$$m < \rho.Vb$$

حيث m هي كتلة المنطاد مع كتلة الهواء الذي في داخل المغلف و بما أن كتلة المنطاد و لوازمه ثابتة و منه هذا الشرط يطبق على كتلة الهواء الذي بداخل المغلف.

حتى نتمكن من إنقاص كتلة الهواء علينا رفع درجة حرارته عن طريق الموقد.

إستناداً إلى قانون الغاز المثالي

$$P.V = n.R.T$$

$$T = P.V / n.R$$

حيث أن $n = m / M$ (m هي كتلة الهواء و M هو عدد أفوغادرو الممثل للغازات المكونة من الهواء)،

$$T = P.V / (m / M) . R$$

$$T = P.V.M / m.R$$

إستناداً إلى قانوني شارل و غاي لوساك فإن مع زيادة درجة الحرارة فإن كل من ضغط و حجم الهواء يزدادان و حيث أن كل من M و R عبارة عن ثوابت و منه نستنتج أن مع أزدادياد درجة حرارة الهواء يقل وزنه و يتحقق الشرط السابق مؤدياً إلى إرتفاعه للأعلى بفعل قوة دافعة أرخميدس .

ثانياً : هبوط المنطاد على الأرض

تكمّن عملية الهبوط بطريقة معاكسة لما سبق, حيث يقوم الطيار (من يقود المنطاد) بإخفاض المنطاد عن طريق تخفيف تدفق الهواء من خلال فتح الصمامات المخصصة لذلك (الصمام المضلي) ، وهذا يسمح بتدفق الهواء الساخن خارج المنطاد وتخفيض حجمه وبالتالي انخفاض ارتفاعه.

و ذلك حسب قانون الغاز المثالي : $T = P.V.M / m.R$

إستناداً إلى قانوني شارل و غاي لوساك فأن مع تناقص درجة الحرارة فأن كل من ضغط و حجم الهواء يتناقصان و حيث أن كل من M و R عبارة عن ثوابت و منه نستنتج أن مع إنخفاض درجة حرارة الهواء يزيد وزنه و يتحقق الشرط السابق مؤدياً إلى إنخفاض إرتفاع المنطاد عن سطح الأرض .

ثالثاً : الحركة الأفقية للمنطاد

يتحرك المنطاد أفقياً في الهواء نتيجة لعدة عوامل فيزيائية، ومن أهم هذه العوامل:

- 1- قوة الرياح: تعتبر قوة الرياح من أهم العوامل التي تحرك المنطاد أفقياً في الهواء، حيث تؤثر قوة الرياح على اتجاه وسرعة حركة المنطاد وتسبب تحريكه في الاتجاه الذي يتجه إليه الرياح.
- 2- الاحتكاك الجوي: يتأثر المنطاد بالاحتكاك الجوي الذي يحدث بين الهواء و سطح المنطاد، ويمكن أن يؤثر هذا الاحتكاك على حركة المنطاد ويسبب تحريكه أفقياً.
- 3- قوة الجاذبية: قوة الجاذبية الأرضية تؤثر على حركة المنطاد في الهواء، حيث تحدد اتجاه حركة المنطاد بشكل عام نحو الأسفل، ويتأثر اتجاه حركته الأفقي بتأثير الرياح والاحتكاك الجوي.

4- الفرق في الضغط الجوي: يمكن أن يؤثر الفرق في الضغط الجوي بين المنطاد والهواء المحيط به على حركته، ويمكن استخدام هذا الفارق لتحريك المنطاد أفقياً باستخدام طرق خاصة مثل تعديل الكمية الزائدة من الهواء الموجودة داخل المنطاد.

وعلى الرغم من أن العوامل الفيزيائية المذكورة أعلاه تؤثر على حركة المنطاد أفقياً، إلا أنه يمكن للطاقم التحكم في حركته بشكل دقيق باستخدام محركات خاصة وأدوات تحكم أخرى، وذلك لتحقيق أهداف محددة مثل التحرك نحو اتجاه معين أو تغيير ارتفاع المنطاد.

دراسة الحركة :

الجسم : منطاد و لوازمه

المعلم : معلم أرضي عطالي

القوى :

F_{wind} : قوة دفع الرياح و تعطى بالعلاقة

$$F_{wind} = \frac{1}{2} \rho v^2 C_d A$$

.

حيث ρ كثافة الهواء , v سرعة , C_d معامل الدفع(ثابت) ,

A سطح (مساحة) الجسم التي يصتدم بها الهواء.

f : قوة الإحتكاك (مقاومة) و تعطى بالعلاقة $f = k \rho v^2$.

P : قوة الثقل

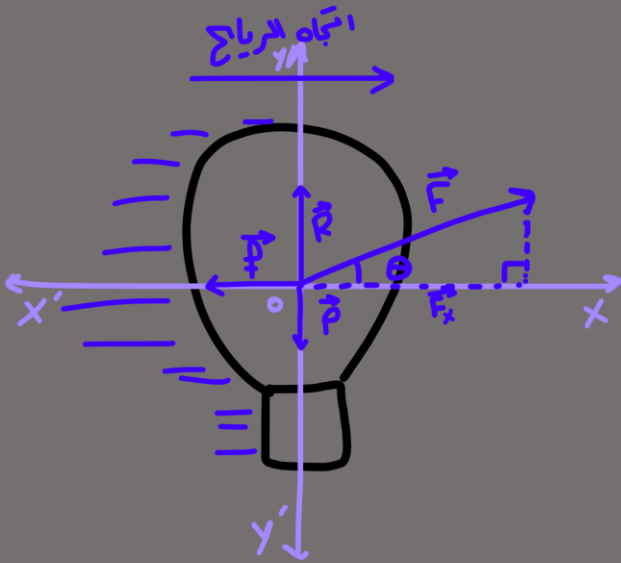
R : قوة رد الفعل

$$\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$$

بتطبيق قانون نيوتن الثاني :

$$\vec{F} + \vec{f} + \vec{P} + \vec{R} = m + \vec{a}$$

بالإسقاط على محور الحركة Ox :



$$F \cdot \cos(\theta) - f = m \cdot a$$

$$\cos(\theta) = F_x / F$$

حيث

$$a = F_x - f / m$$

$$a = (\frac{1}{2} \rho v^2 C_d A \cos(\theta) - \frac{1}{2} \rho v_1^2) / m$$

حيث أن v_1 سرعة الرياح المعاكسة تكون قليلة جداً أي يمكن إهمالها
المعادلات الزمنية للحركة :

$$a = dv / dt$$

$$V_t = a \cdot t + V_0$$

بالتكامل نجد :

$$V_t = dx / dt$$

لدينا :

$$X_t = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + V_0 \cdot t + X_0$$

بالتكامل نجد :

حيث V_0 هي السرعة الابتدائية للمنطاد و X_0 هي المسافة الابتدائية للمنطاد (موضع مركز المنطاد على المحور Ox بالنسبة للمبدأ).

رابعاً : الحركة الشاقولية للمنطاد

كما شرحنا سابقاً عن آلية صعود المنطاد فأن حركة المنطاد الشاقولية تكون وفق الدراسة الآتية :

دراسة الحركة :

الجسم : منطاد و لوازمه

المعلم : معلم أرضي عطالي

القوى :

قوة الثقل \vec{P} : حاملها شاقولي

و اتجاهه نحو الأسفل

قوة الاحتكاك \vec{f} : قوة احتكاك الهواء حاملها شاقولي

