

GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 16

FÍSICA E QUÍMICA A 11.º ANO

Tema 1: Mecânica Subtema 3: Forças e movimentos



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?



O QUE VOU APRENDER?



COMO VOU APRENDER?



O QUE APRENDI?



COMO POSSO COMPLEMENTAR A
APRENDIZAGEM?



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

Forças e movimentos

Aprender a aplicar a Lei da Gravitação Universal e a Lei Fundamental da Dinâmica ao movimento circular dos satélites permite compreender como estes se mantêm em órbita da Terra ou de outros corpos celestes. Esta aprendizagem ajuda a explicar fenómenos reais, como o funcionamento do GPS ou das telecomunicações. Além disso, desenvolve a capacidade de resolver problemas complexos ligando teoria à prática. É uma forma de entender como as leis da Física regem o movimento dos corpos no espaço.



O QUE VOU APRENDER?

- Interpretar, e caracterizar, movimentos retilíneos (uniformes, uniformemente variados e variados) e circulares uniformes, tendo em conta a resultante das forças e as condições iniciais.
- Investigar, experimentalmente, o movimento de um corpo quando sujeito a uma resultante de forças não nula e nula, formulando hipóteses, avaliando procedimentos, interpretando os resultados e comunicando as conclusões.
- Relacionar, experimentalmente, a velocidade e o deslocamento num movimento uniformemente variado, determinando a aceleração e a resultante das forças, avaliando procedimentos, interpretando os resultados e comunicando as conclusões.
- Resolver problemas de movimentos retilíneos (queda livre, plano inclinado e queda com efeito de resistência do ar não desprezável) e circular uniforme, aplicando abordagens analíticas e gráficas, mobilizando as Leis de Newton, explicando as estratégias de resolução e os raciocínios demonstrativos que fundamentam uma conclusão.
- Aplicar, na resolução de problemas, a Lei da Gravitação Universal e a Lei Fundamental da Dinâmica ao movimento circular e uniforme de satélites.
- Pesquisar, numa perspetiva intra e interdisciplinar, os avanços tecnológicos na exploração espacial.



COMO VOU APRENDER?

GTA 13: Movimentos retilíneos uniformemente variados

GTA 14: Queda livre

GTA 15: Queda com resistência do ar não desprezável

GTA 16: Movimento circular uniforme

GTA 17: Movimento retilíneo em planos inclinados

GTA 18: Velocidade e deslocamento numa travagem

Tema 1: Mecânica

Subtema 3: Forças e movimentos



GTA 16: Movimento circular uniforme

Objetivos:

- Aplicar, na resolução de problemas, a Lei da Gravitação Universal e a Lei Fundamental da Dinâmica ao movimento circular e uniforme de satélites.

Modalidade de trabalho: individual e em pares.

Recursos e materiais: manual de Física, caderno diário, calculadora e internet.

TAREFA 1: Introdução ao Mundo dos Satélites

Assiste, ao vídeo “Como pensar na gravidade - Jon Bergmann”. Aciona as legendas em português.



[Como pensar na gravidade - Jon Bergmann](#)

O vídeo explica que a gravidade é a força de atração entre todos os corpos com massa. Essa força depende da massa dos objetos e da distância entre eles, como mostra a equação $F = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$.

Mesmo objetos pequenos, como duas pessoas no espaço, se atraem. A gravidade é comparada à força dos ímanes: mais forte com maior massa e menor distância. Apesar de a conhecermos bem, a sua causa continua a ser um mistério.

Reflete :

- Utilizando a analogia dos ímanes do vídeo, explica por que razão satélites a diferentes altitudes têm velocidades diferentes.



TAREFA 2: Movimento Circular Uniforme (MCU)

Etapa 1: Explora o conceito de MCU

Consulta o manual e elabora, no caderno, um **resumo** sobre o **Movimento Circular Uniforme**. O teu resumo deve incluir:

- O que é o Movimento Circular Uniforme (MCU)?
- Quais são as principais características do MCU?
- Que grandezas físicas estão associadas ao MCU e quais as suas unidades no SI)?
- Exemplos de situações do quotidiano ou tecnológicas onde ocorre MCU.

Etapa 2: Aplica os conhecimentos ao movimento de satélites

Com base no manual, **registra** no caderno os passos necessários para determinar:

- a velocidade orbital de um satélite em torno da Terra.
- o período de rotação de um satélite.

TAREFA 3: Aplica

Etapa 1: Exercícios resolvidos

Exercício 1: Um satélite geoestacionário apresenta um período de rotação igual ao período de rotação da Terra.

A afirmação a analisar é: “Durante o movimento do satélite em torno da Terra mantém-se constante a energia cinética do satélite.”

Classifica a afirmação como verdadeira ou como falsa. **Justifica** a tua resposta.

Justificação:

Um satélite com um período igual ao da rotação da Terra ($T = 24\text{h}$) a orbitar no plano do equador terrestre chama-se **satélite geoestacionário**.

A velocidade do satélite é tangente à trajetória em cada ponto e tem o sentido do movimento. Como a tangente à trajetória varia em cada instante, a direção da velocidade também varia e por isso a velocidade do satélite não é constante.

O módulo da velocidade do satélite é constante durante o seu movimento, pelo que a sua energia cinética não se altera.

A única força que atua sobre o satélite é a força gravítica e esta tem direção radial e aponta para o centro da trajetória. Também esta grandeza varia a sua direção em cada instante, não sendo por isso constante.

O mesmo se passa com a aceleração do satélite que tem a mesma direção e sentido da força, de acordo com a Segunda Lei de Newton:

$$\begin{array}{c} \vec{F}_R = m \vec{a} \\ \text{N} \quad \text{kg} \quad \text{m s}^{-2} \end{array}$$

Resposta: Verdadeira.



Exercício 2: A cabeça de leitura de um disco de vinil gira com uma velocidade angular constante de 45 rpm (rotações por minuto). Considera um ponto situado a 15 cm do centro do disco.

A velocidade linear desse ponto é dada pela seguinte expressão:

$$v = \frac{45 \times 2\pi}{60} \times 0,15 \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$$

Explica, passo a passo, como se chega a esta expressão.

Resposta:

O módulo da velocidade linear e da velocidade angular estão relacionados a partir da expressão: $v = \omega r$

A velocidade angular da cabeça do disco é igual a $\omega = 45$ rpm (rotações por minuto), o que corresponde a $\omega = \frac{45 \times 2\pi}{60}$ (rad s⁻¹), porque uma rotação corresponde a um ângulo de 2π rad e um minuto a 60 s.

Temos assim $v = \frac{45 \times 2\pi}{60} \times 0,15$ (m s⁻¹), dado que o raio tem de ser expresso em metro (15 cm = 0,15 m).

Etapa 2: Manual

Resolve os exercícios propostos no manual.

Compara as tuas respostas com as soluções e com as respostas dos teus colegas.

Regista dúvidas e **revê** os conceitos, se necessário.

Estuda com um colega.

TAREFA 4 : Autoavalia

Exercício: Classifica a afirmação como verdadeira ou como falsa. **Justifica** a tua resposta.

A afirmação a analisar é:

“No movimento circular e uniforme a aceleração e a resultante das forças são perpendiculares à velocidade”.



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 1:

Utilizando a analogia dos ímanes do vídeo, explica por que razão satélites a diferentes altitudes têm velocidades diferentes.

Tal como no vídeo, podemos pensar na Terra como um íman muito forte e no satélite como um íman mais fraco. O vídeo mostra que **quanto mais próximos estão os ímanes, maior é a atração entre eles.**

Da mesma forma:

Satélites mais próximos da Terra (menor altitude) → **maior força gravitacional** → como se estivessem mais perto do "íman Terra"

Satélites mais distantes da Terra (maior altitude) → **menor força gravitacional** → como se estivessem mais longe do "íman Terra"

Por que isso afeta a velocidade?

Para um satélite se manter em órbita, a força gravitacional deve fornecer exatamente a força centrípeta necessária para o movimento circular.

Satélites mais baixos: Sentem uma "atração magnética" mais forte, por isso precisam de **maior velocidade** para não "cair" - como se precisassem de mais energia para resistir à atração forte do íman.

Satélites mais altos: Sentem uma "atração magnética" mais fraca, por isso precisam de **menor velocidade** - como se a atração fraca do íman distante fosse mais fácil de equilibrar.

TAREFA 2:

Etapa 1: Explora o conceito de MCU

O que é o Movimento Circular Uniforme?

Movimento em que a trajetória do corpo é circular e o módulo da velocidade é constante.

Quais são as principais características do MCU?

Velocidade escalar (v): constante; direção tangente à trajetória.

Aceleração centrípeta: aponta para o centro da trajetória; responsável pela mudança de direção da velocidade.

Força centrípeta: resultante das forças aplicadas; também aponta para o centro da trajetória.

Que grandezas físicas estão associadas ao MCU (e suas unidades no SI)?

Período (T): tempo que o corpo demora a dar uma oscilação completa. Exprime-se em segundos no SI.

Frequência (f): número de voltas por unidade de tempo. Grandeza que se exprime em hertz (símbolo Hz) no SI. $f = \frac{1}{T}$

Velocidade angular (ω): $\omega = \frac{2\pi}{T}$

Como o período é o inverso da frequência: $\omega = 2\pi f$



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

(Continuação)

- Relação entre velocidade e raio: $v = \omega r$
- Aceleração centrípeta: $a_c = \frac{v^2}{r}$
- Podemos relacionar o módulo da aceleração centrípeta com a velocidade angular substituindo a expressão $v = \omega r$ na expressão anterior:

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(\omega r)^2}{r} = \frac{\omega^2 r^2}{r} = \omega^2 r$$

O módulo da **resultante das forças** aplicadas num corpo (força centrípeta) fica:

$$F_R = m a \Leftrightarrow F_c = m \frac{v^2}{r} \Leftrightarrow F_c = m \omega^2 r$$

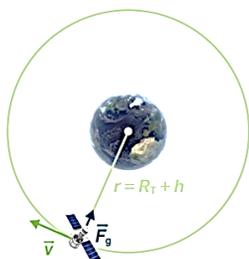
Exemplos:

Roda gigante, satélites em órbita circular, ponteiros de um relógio.

Velocidade orbital de um satélite

O movimento de alguns satélites pode, em certas circunstâncias, ser visto como um movimento circular uniforme.

Para um satélite descrever um movimento circular uniforme tem de ter uma velocidade adequada - **velocidade orbital**.



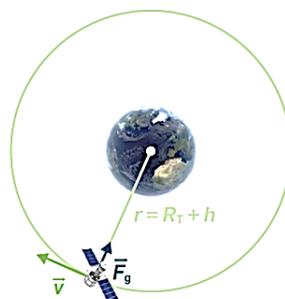
$$F_R = m a \Leftrightarrow F_g = m a_c \Leftrightarrow G \frac{m_T m}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{G m_T}{r}}$$

Para os satélites, o módulo da velocidade não depende da massa do satélite.

A velocidade do satélite diminui quando aumenta o raio da trajetória.

Período de rotação de um satélite

$$F_R = m a \Leftrightarrow F_g = m a_c \Leftrightarrow G \frac{m_T m}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \Leftrightarrow G \frac{m_T}{r} = v^2 \Leftrightarrow G \frac{m_T}{r} = (\omega r)^2 \Leftrightarrow G \frac{m_T}{r} = \omega^2 r^2 \Leftrightarrow G \frac{m_T}{r^3} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \Leftrightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{G m_T}}$$



O período de rotação do satélite é independente da sua massa e será tanto maior quanto maior for o raio da órbita.



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 4 :

Exercício:

Justificação:

No movimento circular e uniforme a velocidade é variável, mas com módulo constante. A resultante das forças (força centrípeta), perpendicular à velocidade em cada ponto, tem direção radial e aponta para o centro, assim como a aceleração (aceleração centrípeta).

Resposta: Verdadeira.



O QUE APRENDI?

Já sabes identificar as principais características do MCU?

És capaz de...

- aplicar, na resolução de problemas, a Lei da Gravitação Universal e a Lei Fundamental da Dinâmica ao movimento circular e uniforme de satélites?
- determinar a velocidade orbital de um satélite em torno da Terra?
- calcular o período de rotação de um satélite?
- relacionar novos conceitos com anteriores?
- perceber quando precisas de ajuda e saber pedir orientação?

Sugestões:

Analisa as propostas de resolução dos exercícios. Se necessário, **repete** as tarefas.

Estuda com um ou mais colegas de turma para reforçares as aprendizagens e, se possível, esclarece as tuas dúvidas.

Pratica resolvendo os exercícios do teu manual escolar.



COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

Assiste à videoaula [Movimento circular uniforme](#) e resolve os exercícios propostos.



Assiste ao vídeo [James Webb Space Telescope Launch](#)



Explora o simulador:

[Gravidade e Órbitas](#)

