

## 1ª onda : Conceptos de Repaso (Cinemática).

### **VECTORES**

Compoñentes dun vector: P.A., módulo, dirección (sentido) compoñentes.

Operacións con vectores (visualización): Suma (aplicación: superposición, descomposición dun vector). P.17, 3.

Multiplicación (aplicación; concepto de vector unitario como medida da “dirección”, expresión dun vector como multiplicación da dirección polo módulo). A base de vectores unitarios i,j,k. p. 18, 4.

Producto escalar. Productos cos vectores unitarios. P. 18, 5.1

Producto vectorial. Productos cos vectores unitarios. p. 20, 5.2

### **MOVIMIENTO (cinemática)**

Traxectoria, Desprazamento. P. 25, 7.

Velocidade, p. 26, 7.1

Aceleración. P. 26, 7.2

Tipos de movemento: MRU, MRUA, MCU, MCUA. P. 28

Aceleración Normal e tanxencial

Cantidade de movemento. Conservación.. 1ª Lei de Newton

### **DINÁMICA**

Forza, 3ª Lei de Newton

Traballo (producto escalar), Potencia, Enerxía.

Ec: debida á velocidade (ao seu módulo, a “celeridade” : Ec sempre é +),

Ep: debida á posición (Ex: Ep gravitatoria na aula).

Em: Ec+Ep (variación: Wext) Ex: montaña rusa.

Ejercicios: p. 27, cr 1

### **Para a 2ª Onda (conceptos previos):**

#### **Vectores:**

Producto escalar e vectorial,

descomposición dun vector segundo unha dirección (cálculo por compoñentes)

#### **Cinemática:**

Fórmulas para o cálculo de v, a, a<sub>N</sub> (v, w), a<sub>T</sub>

Composición de movementos, M Parabólico. P. 32, 7.4

Conservación de p: choque inelástico

#### **Dinámica;**

2ª Lei de Newton,

Equilibrio no MCU:  $w^2 = F / mR$

Momento angular(conservación para forzas centrais) p. 23, 6.

Fórmulas e unidades de W, P, E,

Cálculos numéricos co principio de conservación da enerxía

### 1ª onda : Conceptos

-Campo gravitatorio.

- Campo. Concepto físico: rexión espacial na que unha partícula de “proba” sofre forzas en cada punto. Principio de superposición: Os “efectos” de varios campos coincidentes súmanse.

Exercicios (debuxar mediante unha frecha hacia ónde se sinte “atraída” unha partícula de proba):

Campo gravitatorio: na aula e arredor da Terra. Sol, Estrela binaria.

Campo eléctrico (proba: +): Carga puntual , 2 cargas, fio cargado, lámina , esfera oca. (+ ou -)

-Concepto matemático-visual: Campo vectorial (liñas de campo)

Exercicios: Comparar os vectores en varios puntos dos campos anteriores en función das súas compoñentes, Debuxar varias liñas de campo nos casos anteriores.

Exs: - p. 19, ct. - P. 21, er. – p. 22, ct.

-Enerxía ( $E_c$ ,  $E_p$ ,  $E_t$ ). Conservación

Unha partícula libre e en repouso sempre tende a ir hacia onde diminúe a  $E_p$  (exemplo: corpos que caen)

Principio de Relatividade: Arbitrariedade na elección do SR: Os valores nulos de  $E_c$  e  $E_p$  son relativos. Convenios para campos de orixen “puntual”:

$E_c = 0$  para obxectos en repouso respecto do punto “orixen” do campo (ollo!: existe unha indeterminación de carácter circular: referencia ás “estrelas fixas”)

$E_p = 0$  para obxectos situados no “infinito” (afastados enormemente do orixen do campo, de xeito que practicamente non sinten o seu efecto).

Observación: Na Física de aula non se aplican estes criterios ao campo gravitatorio.

Traballo (externo e interno). Teor. Das forzas vivas.

Obxectos nos campos anteriores: Consideracións enerxéticas ao desprazarse libremente ou forzadamente.

-Potencial, Superficies equipotenciais e relación coas liñas de campo.

Relación entre potencial e enerxía potencial: Partícula de proba.

Relación entre potencial e campo: ortogonalidade.

Describir as superficies equipotenciais nos campos vistos. Dadas as liñas de campo, representar as superficies (ou viceversa). Describir o campo resultante de xeito cualitativo.

-Forzas centrais: “montes” (fontes) e “pozos” (sumideiros)

Visualización: Superficie plana con elevacións e depresións: Cómo evoluciona unha canica? Descríbndoo mediante liñas de traxectoria e curvas de nivel, obtemos unha analogía coas liñas de campo e superficies equipotencias vistas.

Invertindo a analogía, podemos asimilar os puntos de atracción de calquera campo a unha depresión (sumideiro) e os de repulsión a unha elevación (fonte). Debuxando varias liñas arredor dunha mesma fonte ou sumideiro, podemos ver gráficamente o significado destes conceptos.

-Traxectoria dunha partícula en función dos parámetros anteriores.

De xeito abstracto, debuxando nunha rexión do espacio (ou ficha de papel) varias liñas de campo (ou varias liñas equipotenciais) poderemos indicar (cualitativamente, o que interesa son os razoamentos que xustifican as variacións na traxectoria e na velocidade)

como se desprazará unha partícula dende un punto no que está en repouso ou cunha certa velocidade.

Forzas centrais: conservación do momento angular (velocidade areolar constante)

xeral	escalar	<b>vectorial</b>
Interacción = partícula x campo	Enerxía potencial = partícula x Potencial	<b>Forza</b> = Partícula x <b>Campo</b>

	Enerxía (J)	<b>Forza (N)</b>
Gravitación Partícula: m (Kg)	$E_{pg} = m \cdot Vg$	$\mathbf{Fg} = \mathbf{P} = m \cdot \mathbf{g}$ (N/kg = m/s <sup>2</sup> )
Electricidade Partícula: q (C)	$E_e = q \cdot V$ (V = J / C)	$\mathbf{F}_e = q \cdot \mathbf{E}$ (uns de E: N/C)
Magnetismo q · v		$\mathbf{F}_m = (q \cdot \mathbf{v}) \times \mathbf{B}$

Descrición dos campos: dirección e módulo (intensidade) en varios puntos

Superficies equipotenciais ( perpendiculares ao campo, cercanía: intensidade)

Liñas de campo: tanxentes ao campo (densidade das liñas: intensidade)

As superficies nunca se tocan, e as liñas tampouco.

Superficies e liñas son mutuamente perpendiculares. (zonas de equilibrio)

As liñas nacen nas fontes e morren nos sumidoiros.

Se as fontes ou os sumidoiros non están presentes, supóñense no infinito.

Campo gravitatorio: só ten sumidoiros

Campo eléctrico: cargas + (fontes) e cargas – (sumidoiros)

Campo magnético: non ten fontes nen sumidoiros (liñas de campo: pechadas)

Campos non uniformes:

**Gradiente:** Vector que indica o sentido no que diminúe o potencial, é perpendicular ás superficies equipotenciais, e maior canto máis cercanas estean estas. Equivale ao campo.

**Diverxencia:** Escalar que mide a densidade de fontes (ou de sumidoiros, se é negativa)

**Rotacional:** Vector que mide a intensidade dos remuíños dun campo, a dirección é perpendicular ao plano destes e o sentido ven indicado pola regra da man dereita.

**Fluxo** por unha superficie: Indica o número de liñas que a atravesan. Se a superficie é pechada, o fluxo mide a cantidade neta de fontes existentes no interior dese volume.

**Circulación** por unha liña: É a suma dos produtos escalares entre o vector e o desprazamento ao longo da liña. Se o campo é de forzas, equivale ao traballo que realiza o campo ao longo desa liña. Se o campo é conservativo, a circulación anúlase para toda liña pechada.

### Dinámica nun campo:

Unha partícula mantén a súa inercia (1ª Lei de Newton), e o campo vana deformando dacordo coa forza que actúa en cada punto. (acelerando ou retardando o movemento e torcendo a traxectoria).

Cando a partícula se despraza entre superficies equipotenciais, a **forza** apunta SEMPRE hacia onde DIMINÚE a enerxía potencial.

Cando non hai traballo externo: o aumento da enerxía cinética é igual á diminución da enerxía potencial.

**Traballo externo** necesario para levar unha partícula dunha superficie a outra: é igual ao AUMENTO na enerxía potencial (suponse que a enerxía cinética é nula ou constante, se non haina que ter en conta).

Consideracións enerxéticas para traxectorias en campos::

- Leitura directa da enerxía cinética nas gráficas da enerxía potencial, para cada enerxía total dada.
- Límites da traxectoria en función da enerxía total.
- Tipos de movemento resultante en función das condicións iniciais (partícula liberada en repouso nun punto, partícula cunha certa velocidade inicial, modificación dunha traxectoria mediante unha  $E_c$  ou velocidade adicionais, traxectorias ligadas e abertas).

Unha dimensión (liñas rectas, ou traxectorias definidas por raíles, etc):

- Campo uniforme (exemplos para o campo gravitatoria habitual: partícula movéndose en vertical, rampa inclinada con guía). Figuras 1 e 2
- Campo con potencial parabólico (exemplos: péndulo, resorte oscilando, enlace covalente entre átomos). En xeral, calquera sistema con equilibrio estático e mobilidade nunha soa dimensión. Figura 3
- Campo con potencial variable (exemplos: gráfica dunha carreira ciclista, montaña rusa). Figura 4

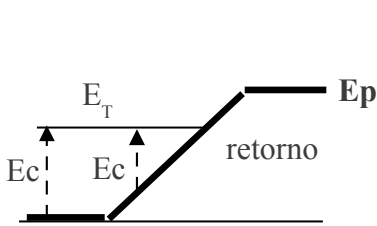


Fig. 1

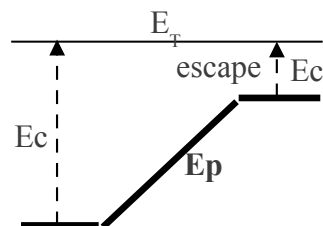


Fig. 2

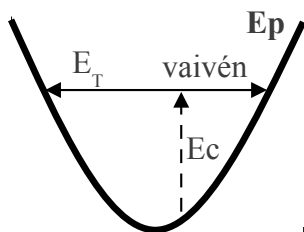


Fig. 3

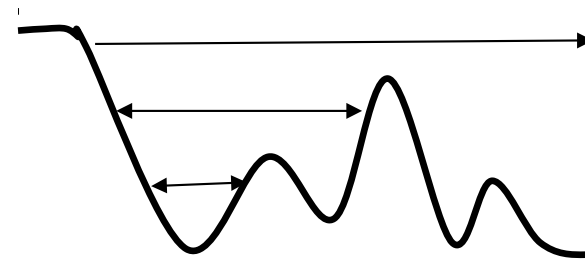
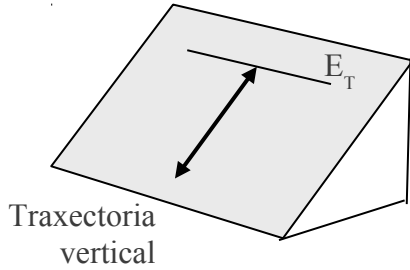


Fig. 4

Dúas dimensións (traxectorias situadas nun plano, órbitas en campos centrais)

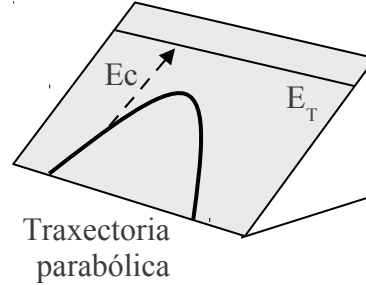
Campo uniforme (exemplos para o campo gravitatorio habitual: partícula movéndose no plano da pizarra, ou nunha rampa plana). Figuras 5 e 6

Campo con potencial parabólico Equilibrio estable (exemplos: átomos en sólidos, péndulo circular, pista de skate, Figuras 7, 8, 9), Equilibrio inestable (Figura 10)



Traxectoria vertical

Figura 5



Traxectoria parabólica

Figura 6

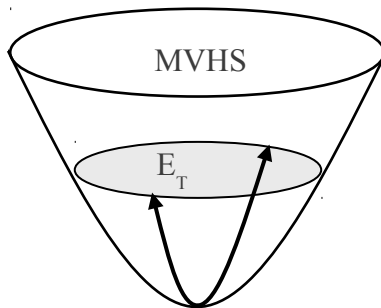


Figura 7

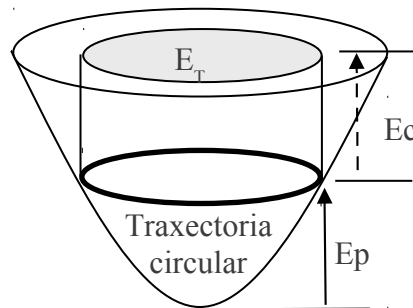


Figura 8

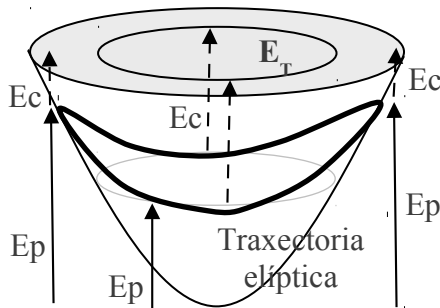


Figura 9

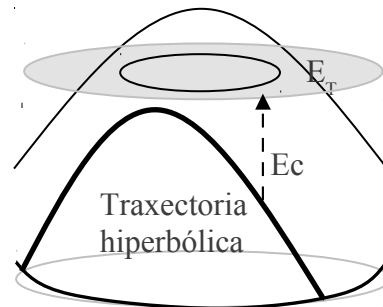


Figura 10

Tres dimensións: Campo central conservativo.

De tipo **atractivo**. Exemplos: campo gravitatorio ao redor dun astro, campo eléctrico ao redor dunha carga puntual negativa (para unha partícula positiva en movemento) ou dunha carga positiva (para unha partícula negativa en movemento).

De tipo **repulsivo**. Exemplos: campo eléctrico ao redor dunha carga puntual positiva (para unha partícula positiva en movemento) ou dunha carga negativa (para unha partícula negativa en movemento).

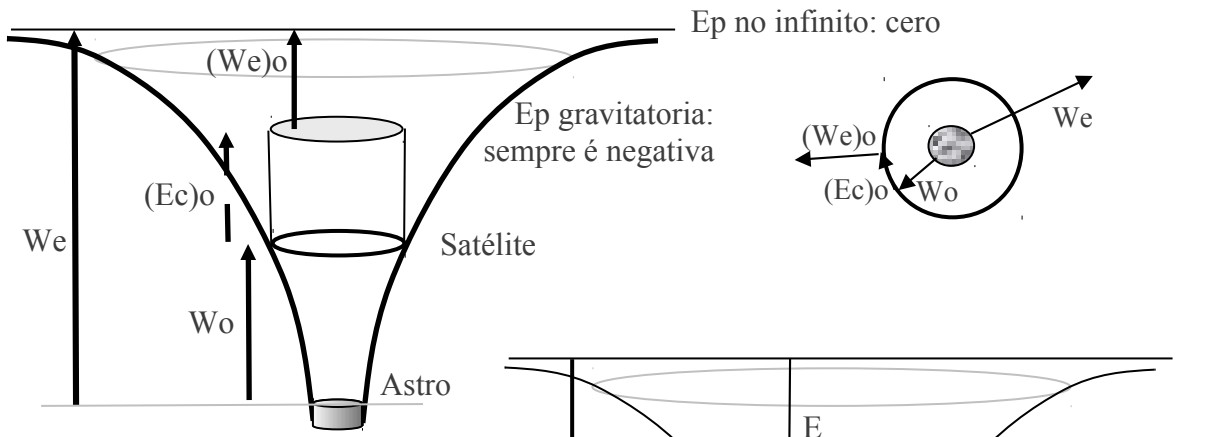


Figura 11

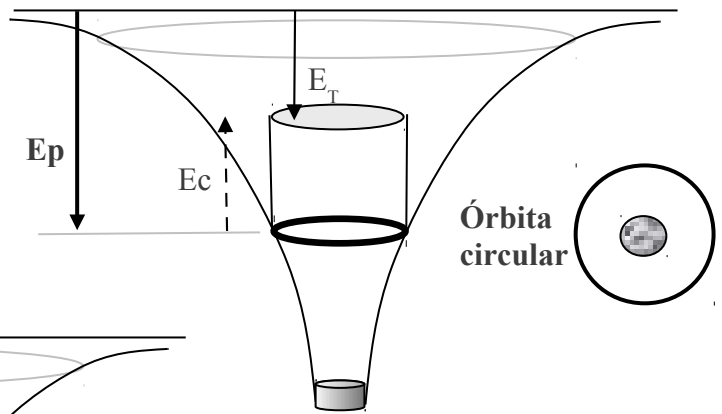


Figura 12

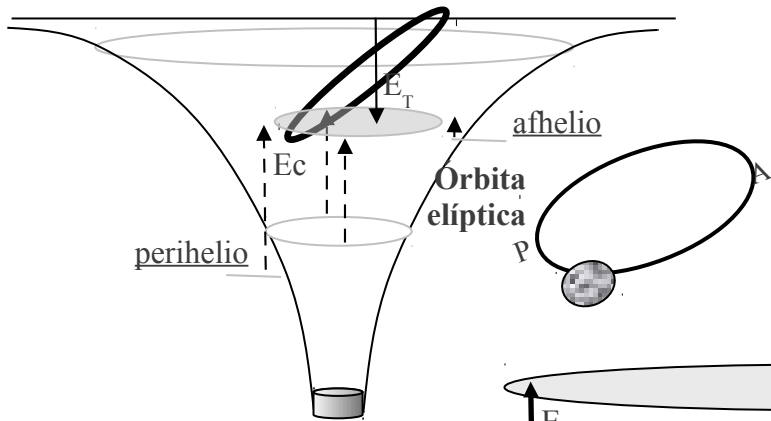


Figura 13

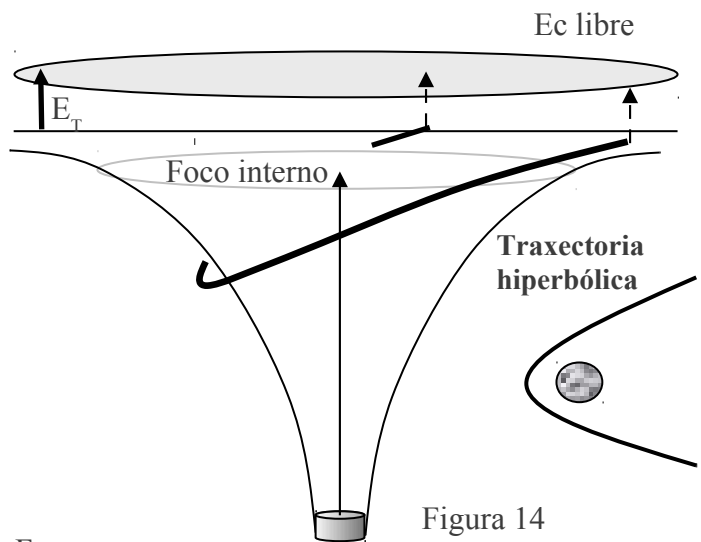


Figura 14

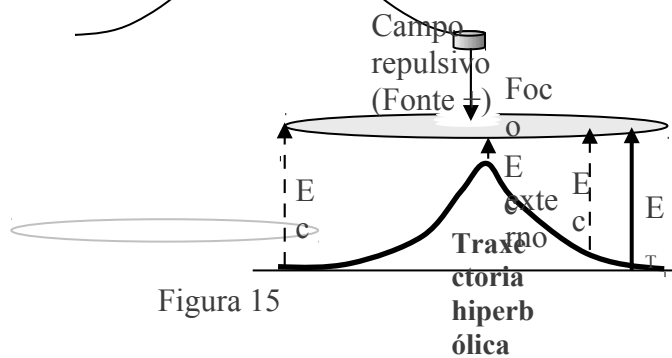
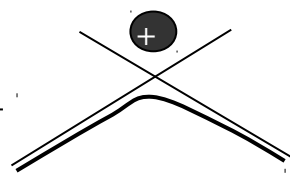


Figura 15

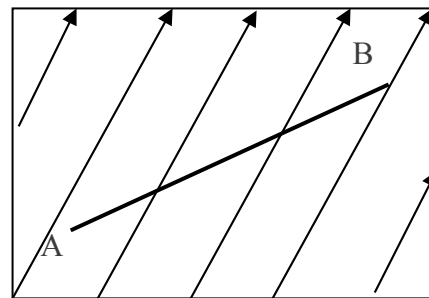
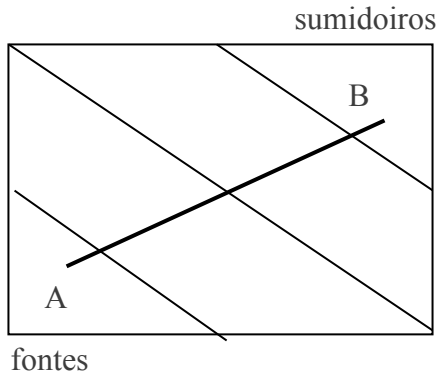


As cuestións sobre o movement dunha partícula nun campo poden xustificarse mediante razoamentos de tipo escalar (enerxías), vectorial (forzas), ou ambos.

-Partícula guiada (sigue unha traxectoria definida, polo xeral un segmento rectilíneo entre dous puntos, A e B).

Representación escalar

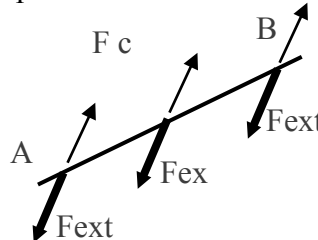
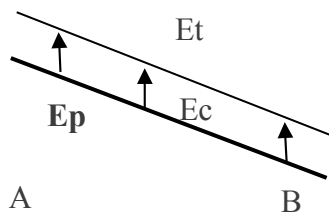
Representación vectorial



Partícula con movemento uniforme entre A e B

Exemplo: Un coche por unha estrada, que pode precisar dun traballo externo positivo ((motor) ou negativo (frenos)

Falando de enerxía, a clave está en que a enerxía cinética ( $E_c$ ) permanece constante, e falando de forzas, a forza total debe ser nula, polo que debe haber en todo momento unha forza externa oposta á que fai o campo



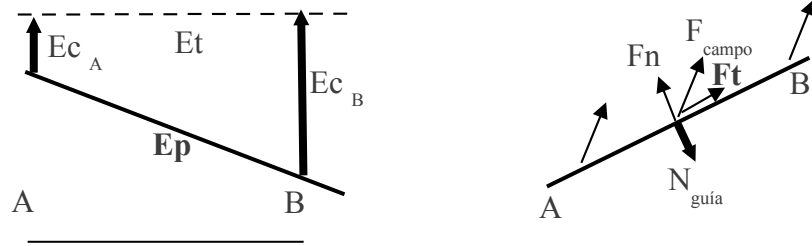
O traballo externo será positivo ou negativo dependendo do sentido do movemento. Por exemplo, se vai de A a B, o traballo externo será negativo no caso escalar, de A a B a enerxía total diminúe, e no caso vectorial, o sentido da forza (externa é contario ao do movemento (ángulo maior de  $90^\circ$ , coseno negativo). Para baixar por unha pendente mantendo a velocidade, hai que pisar o freno

(Partícula con movemento libre entre A e B (cunha velocidade inicial, e sen rozamento

Na xustificación de tipo escalar, a clave está no valor da enerxía total inicial, que debe manterse constante en todo momento. Ao desprazarse entre A e B, a diferenza entre a enerxía total e a enerxía potencial vains indicar a enerxía cinética. Deste xeito, saberemos se acelera ( $E_c$  aumenta), decelera ( $E_c$  diminúe), leva MU ( $E_c = cte$ ), e ata (que punto poderá desprazarse como máximo ( $E_c = 0$

No caso vectorial, a clave está na forza que fai a guía para que a partícula non saia da liña. Esta forza ( $N_{guía}$ ) será sempre normal á traxectoria (é a forza normal que vimos no plano inclinado). Debemos entón descompoñer a forza do campo ( $F_{campo}$ ) en dúas compoñentes (normal,  $F_n$ , e tanxencial,  $F_t$ ). A compoñente normal  $F_n$  será anulada por

unha forza de guiado ( $N_{\text{guía}}$ ) exactamente oposta, e a compoñente tanxencial  $F_t$  vamos dicir se o móvil acelera, decelera, vai con MU ou vai chegar un punto no que deixa de avanzar e comeza a retroceder



Supoñendo que vaia de A a B: na visión escalar, aumenta a  $E_c$  (é maior en B que na A), e na visión vectorial, a forza  $F_t$  leva o mesmo sentido do desprazamento. Nos dous casos, o movemento será acelerado

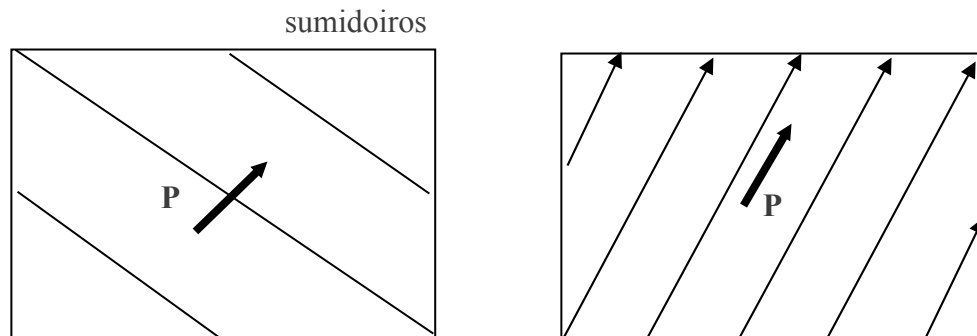
Para unha partícula que se mova libremente nun campo, consideraremos primeiro o caso no que a velocidade inicial sexa nula

**.Partícula soltada en repouso no medio dun campo**

:Neste caso, a resposta é moi clara nas dúas visións

.(Visión escalar: a partícula desprázase hacia onde a enerxía decrece máis rápido ( $P$

.(Visión vectorial: a partícula desprázase hacia onde indica o vector forza ( $P$



fontes

Se a partícula ten unha velocidade inicial non nula  $V_0$ , aparecen varias opcións en función do tipo de campo

Campos uniformes

$V_0$  coincide coa dirección de  $P$  no caso anterior: A partícula móvese con MRUA

$V_0$  exactamente contraria da dirección de  $P$ : Movemento rectilíneo decelerado. Hai un punto de retroceso, que será cando a enerxía cinética se anula.

$V_0$  vai nunha dirección diferente da de  $P$ : Movemento parabólico.

Campos centrais: A partícula describe unha **órbita**, que pode ser **pechada** (elíptica, cando a  $E_t$  é negativa) ou **aberta** (hiperbólica, cando a  $E_t$  é positiva).



Órbita (tipos, no caso do campo gravitatorio)

Son traxectorias en ausencia de forzas externas ao campo (pedras, satélites, planetas)

-Gravitación: Forza central atractiva: (“pozo”): A  $E_p$  diminúe a medida que nos achegamos ao centro (pois os obxectos van hacia onde é menor a  $E_p$ ).

Convenio:  $E_p = 0$  no infinito  $\rightarrow E_p < 0$  en calquera punto ( $E_p$  sempre será negativa, e o seu valor absoluto aumenta a medida que nos achegamos ao centro).

A  $E_c$  sempre é positiva.

A  $E_m$ , nas órbitas (libres de forzas externas), consérvase constante.

Leis de Kepler: Veloc areolar = cte  $\rightarrow$  Forza centrada no astro.

Gráfica planetas (px. 51)  $\rightarrow T^2$  proporc a  $R^3 \rightarrow \omega^2 = K R^{-3} \rightarrow F = K m / R^2$ .

Existen varias posibilidades (en función do valor da  $E_m$ , que se analiza mellor no “infinito”, onde a  $E_p = 0$  (queda só a  $E_c$  “residual” ou “inicial”, libre de atracción):

$E_t > 0$ : no infinito,  $E_c > 0$  (o obxecto consegue “liberarse” da atracción e afástase para sempre do campo central cunha certa velocidade residual: achégase a unha liña recta)

Traxectoria: aberta, asintótica (hipérbola)

Exemplo: Un asteroide que pasa a gran velocidade perto da terra, desvíase algo polo efecto desta e continúa a súa traxectoria afastándose a gran velocidade.

$E_t < 0$ : no infinito, sería  $E_c < 0$ , e isto non é posible, polo que o obxecto non consegue afastarse indefinidamente do campo central.

Traxectoria: pechada, cíclica (elipse, circunferencia)

Exemplo: Satélites artificiais, órbitas da Lúa e dos planetas, cometas periódicos como o Halley)

$E_t = 0$ : caso límite (teríamos un obxecto en repouso no infinito). Para entender mellor esta situación, podemos considerar este caso dende dúas aproximacións:

Dende o caso hiperbólico: Órbita aberta sen asíntotas (a figura é unha parábola)

Dende o caso elíptico: Órbita que se pecharía no infinito (nunca regresa): Cando “abrimos” indefinidamente unha elipse afastando un dos focos, a figura vaise aproximando cada vez máis a unha parábola.

Nos dous casos, a figura límite resultante é unha Traxectoria Parabólica.

Exemplo: Cometas que non se sabe se regresará algunha vez, pois quedan “aparcados” na denominada “nube de Oort”)

Relacións nunha órbita

$E_m = \text{cte}$ ,  $E_p$  dep. da distancia  $\rightarrow E_c$  dep. da distancia

No caso gravitatorio:  $E_p$  diminúe ao achegarnos ao centro, polo que a  $E_c$  debe aumentar cando a partícula, na súa traxectoria libre, se achega ao centro.

Aplicación: comparar entre sí as velocidades en varios puntos das órbitas vistas anteriormente.

Caso particular: Órbitas circulares ( $r = \text{cte} \rightarrow E_c = \text{cte} \rightarrow v = \text{cte}$ )

Discusión aplicando as leis de Newton e ideas relativistas básicas

2ª Lei Newton:  $F$  (atracción) =  $m \cdot a$  (centrípeta)

Equilibrio:  $F$  atracc +  $F$  inercial (centrífuga) = 0

Exercicios: Comparación entre órbitas circulares (variando a masa central, o radio ou a velocidade orbital) ou nunha mesma órbita non circular (varios puntos).

Variables: M, R, T, v: Fixar unha, variar outra e predecir a variación das 2 que faltan.  
Debuxar (nos casos que non o están).

### -Campo eléctrico.

Os campos gravitatorio e eléctrico teñen a mesma forma en función da distancia (son producidos por dúas das 4 forzas fundamentais da Natureza moi similares entre si, con dúas diferencias:

-O campo eléctrico das partículas fundamentais é moito mais intenso que o gravitatorio, nun factor de  $10^{28}$  para o caso dun protón.

-Existen dous tipos de cargas (identificadas mediante signos + e - por puro convenio), , de xeito que cargas de signo oposto atraíense e cargas do mesmo signo repélense (mentras que a forza gravitatoria é sempre atractiva).

Como resultado disto, o primeiro que se formou ao aparecer a materia no Universo foron parellas de cargas (+ e -), que denominamos “átomos de H”. Para cargas externas, estas parellas cancelan os seus efectos, polo que os átomos de H son “neutros” para a atracción eléctrica. Deste xeito, pode comezar a actuar a forza gravitatoria, moito mais débil pero acumulativa. Fórmanse grandes nubes de gas que se van pechando pola atracción gravitatoria das masas, e aquí comeza a sentirse o efecto da conservación da Em: A medida que as masas se achegan, perden  $E_p$ , polo que deben gañar  $E_c$ . Isto significa que os átomos se moven cada vez máis rápido, efecto que denominamos “temperatura”. As bolas de gas quéntanse a medida que se xuntan, chegando un intre no que intervén unha terceira forza da Natureza, a forza nuclear forte. Esta actúa só entre protóns, e a distancias moi curtas, pero é atractiva e moito mais intensa que a eléctrica, polo que se forman núcleos con varios protóns, dando orixen aos átomos que coñecemos do Sistema Periódico. Pódese dicir que nas estrelas se combinan tres das 4 forzas da Natureza de xeito tal que funcionan como “fábricas de átomos”. A cuarta forza é a nuclear débil, e só actúa para descompoñer ao cabo dun tempo algúns dos átomos formados: radiactividade.

Regras de signos para as liñas de campo (partícula de proba: +)

As liñas, en xeral, van das cargas + (“fontes”) ás cargas - (“sumideos”).

-Forza central atractiva: (“pozo”): traxectorias iguais ao caso gravitatorio

-Forza central repulsiva (“monte”):

A  $E_p$  é positiva (pois diminúe cara o exterior, chegando a anularse no infinito). Como a  $E_c$  é sempre positiva, a  $E_m$  tamén é positiva, dando lugar a traxectorias abertas, asintóticas (Caso hiperbólico).

Diferencia entre as hipérbolas atractivas e repulsivas: Nestas, a partícula que crea o campo está no lado de “fora” da hipérbola, mentres que no caso atractivo está no lado de “dentro”.

Exercicios: predicción cualitativa das liñas de campo, superficies equipotenciais, traxectorias, comparación de velocidades, enerxías (en campos cunha ou varias partículas cargadas.)

### -Fluxo

Liñas de campo como “extensión” das fontes cara o exterior. A distribución en superficies pechadas produce unha “densidade de liñas” que é a intensidade do campo. Deste xeito, a intensidade varía coa distancia do mesmo xeito que o fai a densidade dun número fixo de liñas de campo.

Visión xeométrica do campo como “emisión” de partículas “virtuais” dende o centro, distribuíndose por igual en todas as direccións. A medida que nos alonxamos do centro, a densidade destas partículas virtuais vai sendo menor, e a intensidade do campo tamén, en proporción.

Pódese establecer directamente a forma en que varía coa distancia a intensidade dun campo producido por fontes puntuais (inversa ao cadrado da distancia), lineais (inversa da distancia) ou planas (constante).

-Circulación por liñas pechadas: indica o grao de “rotación” neta dun campo ao redor dunha fonte. Campos con circulación idénticamente nula: conservativos (a función “circulación” depende só dos puntos inicial e final: pódese establecer un potencial dependente de cada punto, unha vez que se establece un valor “cero” nun certo punto.

#### -Condensador

Aplicación do anterior ao caso concreto dunha distribución de cargas (+ e -) en planos paralelos: as liñas de campo serán perpendiculares aos planos, e a intensidade será constante. O sentido das liñas irá de + a -.

Pódese aproveitar para explicar cualitativamente o experimento de Millikan que deu lugar ao descubrimento do electrón.

## -Campo magnético. Electromagnetismo.

### Fenómeno relativista.

Para alumnos que viron a Relatividade de xeito visual en 1º de Bacharelato, pódese lembrar os efectos de atracción de correntes entre sí e sobre cargas en movemento, debidos todos eles ao efecto relativista da contracción espacial.

### Fluxo nulo, Non conservativo.

Un xeito alternativo de explicar estes fenómenos é mediante un “campo” que carece de fontes e sumideiros (polo tanto, o fluxo total será idénticamente nulo), e que será perpendicular ás correntes e ás forzas, polo que rodea as correntes cunha circulación non nula (polo tanto, non será conservativo).

Forza de Lorentz. Produto vectorial, regras dos signos. Aplicación a varios casos.

### Experiencias (Faraday, Ampere)

Explicación visual cualitativa das experiencias de Ampere (atracción entre dous fíos de corrente) e de Faraday (efecto das correntes sobre os imáns e viceversa).

Comprobación da equivalencia entre os resultados relativista e magnético.

Exercicios: traxectoria dunha partícula en presenza de campos magnéticos (e eléctricos superpostos), sabendo a carga, posición e velocidade iniciais.

## -Vibracións/Ondas.

Vibración (MVHS): Fenómeno propio de sistemas en equilibrio estable (pozos de enerxía).

Análise da evolución dun sistema cun pozo de enerxía que se despraza da situación de equilibrio: Enerxía mecánica = cte  $\rightarrow$  Pasa polo pto de equilibrio cunha  $E_c$  que o leva novamente a desequilibrar, repetíndose o proceso de xeito periódico.

Características cinemáticas das vibracións (elongación, tempo, amplitude, periodo, pulsación, velocidade, aceleración): variación ao longo dunha oscilación. Curvas cualitativas.

Características dinámicas do MVHS: Efectos contrapostos das leis de Hooke e Newton.

Importancia do signo negativo na lei de Hooke para a produción de vibracións.

Con signo positivo: Teríamos unha colina: Calquera desprazamento do equilibrio tende a aumentar (equilibrio inestable)

Resorte dinámico: Lei de Hooke:  $F = kR \rightarrow \omega^2 = kR/mR = k/m \rightarrow T$  propor á raíz cadrada de  $m$  (cuestións)

Péndulo (triángulos):  $F_{elást}/Peso = R/L \rightarrow \omega^2 = g/L$  "Hooke":  $k = mg/L$

Características enerxéticas dunha vibración ( $E_t$ ,  $E_p$ ,  $E_c$ ): variación ao longo dunha oscilación. Gráficos enerxéticos.

Péndulo (debuxo):  $h = R^2 / 2L \rightarrow E_p = mgh = mgR^2 / 2L = k R^2 / 2$  ( $E_p$  elástica)

Exercicios: Variación de  $T$  ao variar ( $k, m, a$ ) nun resorte ou ( $m, L, g$ ) nun

péndulo. Comparación enerxética en varios puntos ou momentos dun MVH.

### Ondas: Ec. Xeral

$y = f(wt - kx)$ , Visualización: “visor e/t”, Construcción colectiva  
velocidade:  $v = w/k$ .

Índice de refracción dun medio:  $n = c/v$

Exercicios: velocidade de ondas dadas por diversas funcións. Índice de refracción dadas as velocidades ou expresións funcionais en varios medios.

### Onda = enerxía en movemento.

Presentar as ondas como un xeito de desprazar enerxía sen haber desprazamento neto de materia (ondas na auga, en cordas ou placas, son, luz).

Identificar a enerxía que se despraza (polo xeito en que se podería aproveitar en cada caso), e comparar con casos en que hai desprazamento de materia (un río, o vento, unha corda nunha roldana, chorros de partículas radiactivas).

Establecer a relación entre a intensidade e a distancia dende o foco emisor (despreziando os efectos de amortiguamento inelástico).

1-D: a Intensidade non varía coa distancia.

2-D: Intensidade inversamente proporcional á distancia.

3-D: Intensidade inversamente proporcional ao cadrado da distancia.

Comparar coa variación da intensidade dun campo en función da distancia (punto, liña, placa): Consideracións de simetría.

Exercicios: Comparación da intensidade dunha onda en dous puntos de ondas 1-D (corda tensa, tubo sonoro, raíl, cercanías dunha pantalla acústica ou placa luminosa), 2-D (lámina, superficie de auga, cercanías dunha “torre acústica” ou tubo luminoso, antena recta), 3-D (focos puntuais ou pequenos de son no interior dun medio, ou de luz no valeiro).

### Fenómenos ondulatorios

Presentación cualitativa dos principais fenómenos ondulatorios (foco vibrante, medio elástico, frente de onda, raio, propagación, reflexión, refracción, interferencia, dispersión).

Construcción de Huygens: Reflexión, Refracción (Lei de Snell)

Exercicios: Construír varios frentes de onda a partir dun foco emisor puntual, recto, circular. Completar coa presenza de obstáculos (barreiras planas ou curvas: reflexión), (con buratos: interferencia) ou variación de medio (refracción).

Variación da velocidade co medio (índice de refracción), e co movemento de foco e receptor (efecto Doppler).

Exercicios: comparar as velocidades, frecuencias ou lonxitudes de onda ao pasar dun medio a outro ou ao variar a velocidade de foco, emisor ou ambos.

## -Óptica.

### Luz como onda. Espectro.

Analogías e diferencias entre a luz e o son: propagación polo baleiro, velocidade, reflexión, refracción, vibración transversal). Comparar as cores da luz coa octava musical.

### Luz como partícula. Cuantización.

Interacción coa materia: Efectos fotoeléctrico (Inelástico) e Compton (elástico) (Cualit)

Exercicios: Comparar a enerxía dun fotón ao variar a cor do mesmo, ou o número de fotóns ao variar a intensidade para unha mesma cor. Comparar a velocidade de saída dun electrón (inicialmente en repouso, nun pozo de potencial ou non) tras un choque elástico ou inelástico con fotóns de luz diferente.

### Dioptrios, lentes

A refracción en superficies planas e en dioptrios curvos.

O dioptrio plano.

O foco. Lentes converxentes e diverxentes.

Potencia, Dioptrías. Defectos oculares e corrección dos mesmos.

Espellos esféricos: analogías e diferencias coas lentes.

Gráficos de formación de imáxenes en espellos planos e curvos, en lentes converxentes e diverxentes.

Tipos de imaxen, Aumento.

Exercicios: Indicar as dioptrías en función do foco para unha lente dada, calcular o foco dunha asociación de varias lentes delgadas, averiguar as dioptrías e tipo de lente necesarios para corrixir un certo defecto ocular (debido ao tamaño do globo ocular). Realización da gráfica de formación da imaxen para un obxecto situado a unha certa distancia dunha lente ou espello esférico. Indicar o tipo lente, da imaxen formada e o aumento desta, sabendo a posición da imaxen e do obxecto.



-Física Moderna (Relatividade., Cuántica.)

Novos conceptos e experiencias que os inducen.

Relatividade visual (repaso de 1º ou introducción breve). Experiencia de Michelson, teoría de Maxwell.

Paradoxos da dualidade onda/partícula.

Radiación do corpo negro (Planck), Efecto fotoeléctrico (Einstein), difracción de electróns.

-Física Nuclear.

2 novas Forzas fundamentais.

As forzas nucleares forte e débil: Analogías e diferencias coas forzas gravitatoria e eléctrica.

Enerxía de enlace nuclear, radiactividade

Defecto de masa nuclear: xustificación relativista pola equivalencia entre masa e enerxía (potencial, de enlace).

Partículas radicativas ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ): descubrimento, propiedades.

Reaccións nucleares. (fisión, fusión)

Ecuacións nucleares: Expresións, interpretación, principios de conservación.

Exercicios: Completar unha reacción nuclear, dando nome á partícula introducida e explicando o significado da ecuación completa resultante.