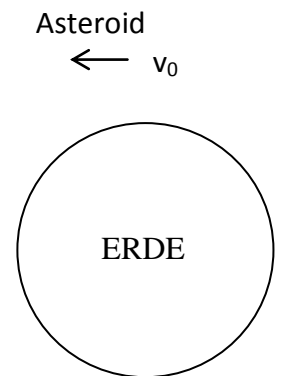


A) ASTEROID 2012 DA 14

Am 15. Februar 2013 raste der Asteroid 2012 DA14 so knapp an der Erde vorbei wie noch kein Objekt dieser Größe in der Geschichte der modernen Astronomie. Sein kleinster Abstand von der Erdoberfläche betrug ca. 27 700 km, das ist näher als die Umlaufbahn geostationärer Satelliten, wie etwa des Fernsehsatelliten ASTRA. Der mittlere Durchmesser des länglichen Asteroiden beträgt ca. 40 km, seine Masse wurde mit 130 000 t abgeschätzt. Seine Geschwindigkeit im erdnächsten Punkt betrug 28 100 km/h.

A1) Bahnen von Asteroiden im Gravitationsfeld der Erde

- Skizziere und beschreibe alle möglichen Bahnen, gehe dabei von neben stehender Anfangssituation aus: der Asteroid hat im erdnächsten Punkt die Geschwindigkeit v_0 .
- Bei welchen Bahnen stürzt der Asteroid auf die Erde ab, in welchen Fällen verlässt er den Anziehungsbereich der Erde?
- Wie setzt sich die Gesamtenergie des Asteroiden zusammen – gib eine Formel an. Bei welchen Bahnen ist die Gesamtenergie des Asteroiden $<$, $=$, $>$ 0?



A2) Asteroid 2012 DA 14

- Zeige, dass die Geschwindigkeit des Asteroiden 2012 DA14 im erdnächsten Punkt groß genug war um den Anziehungsbereich der Erde (Erdmasse $m_E = 6 \cdot 10^{24}$ kg; Erdradius $r_E = 6370$ km) zu verlassen.
- Bei welcher Geschwindigkeit beim Vorbeiflug wäre der Asteroid in eine Kreisbahn um die Erde eingeschwenkt, bei welchen Geschwindigkeiten wäre er abgestürzt?
- Nimm an, der Asteroid wäre in nur 50 m Entfernung, also fast streifend, an einem Satelliten mit der Masse $m_{\text{sat}} = 40$ kg vorbeigeflogen. Mit welcher Kraft wäre der Satellit vom Asteroiden angezogen worden, wie groß wäre seine Beschleunigung gewesen? Hätte eine wesentliche Bahnstörung des Satelliten erwartet werden können – begründe.

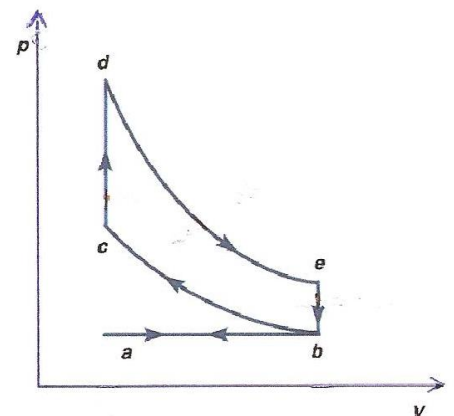
B) OTTO MOTOR

B1) Grundbegriffe

- Was sind Wärmekraftmaschinen, nenne Beispiele.
- Was versteht man unter dem thermodynamischen Wirkungsgrad, wovon hängt er ab? Was lässt sich allgemein über den Wirkungsgrad von Wärmekraftmaschinen sagen?

B2) Funktionsweise des Ottomotors

- Beschreibe die 4 Takte des Ottomotors, wo finden sie sich im nebenstehenden Diagramm?



- Wo findet sich die vom Motor geleistete Arbeit im Diagramm?
- Der Zylinder eines Automotors ist mit einem Gasgemisch ($T_1 = 20,0^\circ\text{C}$; $p_1 = 1 \text{ bar}$) gefüllt, das als ideales Gas behandelt werden kann. Das anfängliche Volumen $V_1 = 0,4 \text{ Liter}$ des eingeschlossenen Gases wird durch den Kolben schnell auf den 10ten Teil verkleinert. Dadurch stellt sich im Gemisch ein Druck von 14 bar ein. Auf wie viel $^\circ\text{C}$ steigt dabei die Temperatur?

B3) Leistung und Wirkungsgrad

- Der mittlere Druck während des Arbeittakts beträgt 18 bar, der Hubraum eines Zylinders $0,36 \text{ dm}^3$ (Querschnittsfläche: 48 cm^2 , Hubhöhe: 7,5 cm). Berechne die mittlere Kraft auf den Kolben und die während eines Arbeittakts geleistete Arbeit.

Wie groß ist die Leistung des Motors (4-Takt-Motor), wenn die Umdrehungszahl 3600 U/min beträgt?

- Berechne den thermodynamischen Wirkungsgrad des Ottomotors und begründe ohne Rechnung, warum er kleiner ist als der des Dieselmotors

| | Arbeitstemperatur | Abgastemperatur |
|-------------|-----------------------|----------------------|
| Ottomotor | 2000 $^\circ\text{C}$ | 900 $^\circ\text{C}$ |
| Dieselmotor | 2000 $^\circ\text{C}$ | 500 $^\circ\text{C}$ |

C) HIGGS-TEILCHEN

C1) Welche Bedeutung haben Higgs Feld und Higgs Teilchen im Standardmodell?

C2) Nachweis des Higgs-Teilchens

- Beschreibe die Funktionsweise eines Synchrotrons.

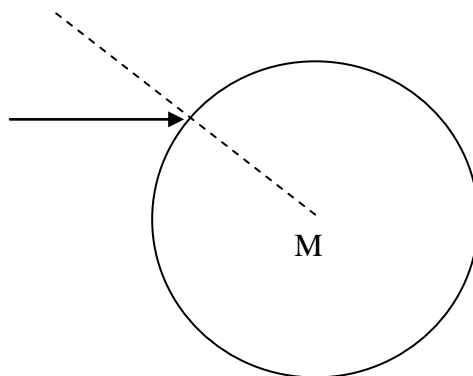
Zum Nachweis des Higgs-Teilchens wurden Protonen auf je 7000 GeV gebracht und kollidierten anschließend.

- Berechne die dynamische Masse eines Protons mit 7000 GeV. Auf das wie Vielfache seiner Ruhemasse ist sie gestiegen?
- Welche Spannung musste das Protonen insgesamt durchlaufen, um auf diese Energie gebracht zu werden?
- Die Protonen bewegten sich mit 99,9999991 % der Lichtgeschwindigkeit annähernd auf einer Kreisbahn ($r = 4,24 \text{ km}$). Durch welche Kraft wurden sie auf dieser Kreisbahn gehalten? Beschreibe diese Kraft (Ursache, Größe, Richtung) und berechne die benötigte magnetische Feldstärke B.
- Was passierte nach der Kollision der Protonen?
Weshalb war es so schwierig, das Higgs-Teilchen eindeutig nachzuweisen?

D) FARBERSCHIEINUNGEN IN DER ATMOSPHÄRE

D1) Regenbogen

- Was ist die Ursache der Lichtbrechung? Warum wird weißes Licht beim Eintritt in ein optisches Medium in seine Spektralfarben aufgespalten?
- Berechne die Winkeltrennung zwischen rotem und blauem Licht ($n_{\text{rot}} = 1,330$; $n_{\text{blau}} = 1,344$) beim Eintritt in einen kugelförmigen Regentropfen (Einfallswinkel $\alpha = 38^\circ$). Wird das Licht an der Rückseite des Tropfens totalreflektiert? Zeichne den Lichtweg des roten Lichtes in untenstehender Skizze ein.



- Erkläre die Entstehung des Regenbogens und begründe, warum Regenbogen am Abend besonders hoch sind.

D2) Himmelsblau und Abendrot

- Weshalb ist der Himmel blau, wie kommt es zum Abend- und Morgenrot? Nimm Stellung zur Bauernregel: „Abendrot ist Gutwetterbot‘ - Morgenrot mit Regen droht“

D3) Polarlichter

- Was ist die Ursache von Polarlichtern?

Die am häufigsten zu beobachtenden Spektrallinien des Polarlichts stammen von den Übergängen $^1S \rightarrow ^1D$ und $^1D \rightarrow ^3P$ (Grundzustand) im atomaren Sauerstoff.

- Berechne, welche in der nebenstehenden Tabelle angegebenen Zustände vom Grundzustand 3P aus durch Stöße mit Protonen der Geschwindigkeit $v_p = 23 \text{ km/s}$ angeregt werden können.

| Zustand | Energie/eV |
|--------------------|------------|
| Grundzustand 3P | 0,00 |
| 1D | 1,97 |
| 1S | 4,20 |
| 5S | 9,41 |

- Licht welcher Wellenlänge wird beim Übergang $^1S \rightarrow ^1D$ ausgesandt?

Begründe deine Berechnungen, gehe immer von den Grundformeln aus und setze vor dem Ausrechnen die Zahlenwerte für die einzelnen Größen ein!

**Hilfsmittel: Formelzettel
numerischer Taschenrechner**