Parte 1.ª : Visión física de la realidad

Sección 1.ª Origen y desarrollo del Universo

A] Etapas históricas en el conoc. del Universo

1. Aristarco de Samos (320-250) e Hiparco (160-125)

11 el sol está inmóvil respecto d.l. estrellas

12 la tierra describe una circunferencia alrededor del sol

13 diferencias de tamaño y distancias entre el sol, la luna y las estrellas fijas

2 Ptolomeo (150 d.C.) en su obra Almagesto

21 la tierra es el centro del Universo

22 el Sol gira en torno de la tierra

23 sus ideas dominan durante 1.400 años

3. La revolución copernicana

31 Copérnico (1473-1543) (~~1542~~) : la tierra es un cuerpo errante en torno al sol en órbita circular

32 Kepler (1571-1630) : el camino recorrido por un planeta es una elipse

33 Newton (1643-1727) la teoría d.l. gravitación explica las órbitas de los planetas

ARCHIVO GRACO HISPÁNICA S. J.

34 Giordano Bruno (1548-1600) pone las estrellas más allá de la bóveda celeste

35 Galileo (1564-1642) con el telescopio descubre las montañas de la luna, los satélites de Júpiter, etc.

351 interpretación de la Vía Láctea como un conjunto de estrellas

352 sostiene la identidad de naturaleza de los cuerpos celestes con la tierra

4 Los descubrimientos recientes

41 Lundmark (1889-1958) y las galaxias

411 existen miles de millones de sistemas estelares (galaxias) exteriores a la Vía Láctea

412 cada una contiene unos cien millones de estrellas y sus dimensiones son del orden de cien mil años-luz

413 la galaxia Andrómeda (de las más cercanas) dista de nosotros 650 millones años luz

42 ~~aproximación a la potencia óptica de l galaxias~~

421 Irradia energía 10^{30} ergios por s.

1 ergio es la energía requerida para producir la fuerza de una dina por centímetro

1 erg = 1 dyn. cm.

1 dina es la fuerza q. da a la masa de 1 gr. la aceleración de 1 cm. por segundo

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S. J.

42 Radioastronomía

421 el origen casual de la R. : Jansky 1931

422 la utilidad de la radioastronomía :

~~4221 ventajas de las ondas cortas~~

42211 son de 100.000 a 10 millones de veces más largas que las luminosas. con lo q la partículas de polvo interestelar no son obstáculo

42212 el H interestelar no emite ni absorbe ondas luminosas pero sí de radio

42213 las distancias son mucho mayores

423 los quasars descubiertos en 1960

4231 en 1963 se identifica una estrella con un radio fuente a más de mil millones años luz (espectro)

4232 su energía equivale a la de un millón de soles y puede equivaler a toda una galaxia.

4233 parecen alcanzar los objetos más remotos en velocidad de fuga casi la de la luz.

S. J.

Visión finca

422 galaxias normales 10^{37} a 10^{39} ergs. por s.

423 quasars (quasi-stellar radio sources) descubiertos en 1960, 10^{46} ergs./s.

4231 un brillo casi un billón de veces mayor q. el del sol y su energía como la de un millón de soles

4232 los más remotos objetos y su velocidad de fuga es casi la de la luz

B] ¿ Es infinita la extensión del Universo?

1 nuestra galaxia: la Vía láctea

11 1.ª aproximación al n.º de estrellas

111 a simple vista hasta 3.000 por hemisferio

112 con anteojos corrientes, 100.000

113 Argelander (1799-1875) con telescopio. 324.000

114 utilizando la fotografía hasta ~~mil~~ millones
cien

12 división de las estrellas según su diámetro y brillo absoluto tomando al sol como unidad

121 supergigantes: centenares de veces superior

122 gigantes, decenas de veces

123 enanas, comparables con el sol

124 enanas blancas, inferiores

1241 no siguen la ley masa-luminosidad, pues con parecida masa son 10.000 veces menos brillantes: Sirio B

1 gr - 1 cm³
1 cm³ - 68 Kilos

1242 casi con la misma masa q. el sol. solo 3 veces el radio terrestre (1)

(1) el sol casi 110 veces el radio terrestre

1243 68.000 veces la densidad del agua, de modo q. un cm³ pesa 68 Kilos, mientras q. en l. estrellas más densas 2 ó 3 gr.

el sol 1.41 densidad (1 agua) aglomerando átomos de uranio 238 gr.

1244 la explicación sería q. l. átomos (1) están solo con los núcleos sin l. electrones

(1) el núcleo 100.000 veces menor q. el átomo
masa del Helio 4.00388
masa d. sus 2 electr. 0.00110
400278

12441 ninguna contracción gravitatoria

12442 ninguna reacción nuclear

12443 solo leve energía térmica degradada

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S. J.

13 algunos datos de conjunto

131 forma lenticular con 100.000 años luz de diámetro

132 enjambres de estrellas con centenares de miles de soles

1321 W del Centauro (el enjambre más cercano) está a 21.500 años-luz

(Messier q. hizo el catálogo). 1322 el enjambre (1) M 3 compuesto de 40.000 estrellas se traslada hacia nuestro sistema solar a 130 Km./s.

133 la masa total de la Galaxia equivale a la de unos 100.000 millones de soles

1331 el n.º de estrellas en la Galaxia es 100.000 millones

1332 el 2 % de toda la masa en forma de materia interestelar

13321 entre l estrellas de la Galaxia existe una milmillonésima de gramo de materia por Km.^{3} (menor densidad q. la del vacío perfecto, pero lejos del vacío absoluto)

13322 la distribución es irregular

133221 en el núcleo galáctico no llega a 1/1000 d l. masa total

133222 en las proximidades del sol el 15/%

133223 a 40.000 años luz el 50 %

134 La Galaxia en rotación

1341 debe haber una fuerza centrífuga de rotación para equilibrar l. gravitación

ARCHIVO IGNACIO ELLACURIA S. J.

Visión física

1342 las estrellas más próximas a nosotros y más brillantes recorren de 36 mil a 72 Km. h (10 o 20 Km/s)

1343 el núcleo central de la Galaxia en longitud 2 000 años luz y espesor de 1.000 es un cumulo estelar q. gira como un sólido (200 Km/seg)

1344 el núcleo emplea 7 millones de años en una rotación entera y el sol a 27 mil años luz del centro a la misma velocidad de 200 Km./s emplea 20 millones

1345 la velocidad decrece conforme aumenta la distancia

2 Más allá de nuestra galaxia: nebulosas

21 la dedicación ~~fotográfica~~ de las nebulosas: Wright y Kant (Hack. p. 233)

22 carácter extragaláctico de las nebulosas ~~en~~ por

221 en 1923 Hubble con el telescopio de 2,50 m. diámetro de Monte Wilson vio q. Andrómeda y Triángulo (semejan estrellas, nebulosidades oscuras y brillantes y cumulos globulares) todos los objetos q. constituyen nuestra galaxia

222 logró medir las distancias q. son del orden del millón de años luz y por tanto no pertenecientes a nuestra galaxia

S. J.

23 clasificación de las Galaxias

231 E0 - E1 - E2 - ... E7 < Sa - Sb - Sc - / SBa - SBb - SBc - > Irregulares

2311 E0 muy esféricas hasta E7 muy achatadas

2312 Sa, Sb, Sc progresiva disminución del núcleo con respecto a los brazos

2313 SBa - SBb espirales barradas q. arrancan de los extremos

232 las elípticas (de E7 en adelante) están despojadas de su materia oscura y, por tanto, d.l. posibilidad d. engendrar nuevas estrellas

233 radiogalaxias: ~~la importancia~~ de la radioemisión es mucho mayor q. la óptica

2331 cada una radioemite un millón de veces más q. una galaxia normal con igual brillo

2332 se trata tal vez de grupos de galaxias en colisión

23321 en el choque de las dos masas de materia interestelar se libera enorme cantidad de energía emitida bajo forma de radio-ondas

23322 pero hoy se duda q. las radiogalaxias sean predominantem. galaxias en colisión

ARCHIVO IGNACIO ELLACURIA S. J.

Visión física

234 de acumulación de galaxias

2341 las galaxias tienden a agruparse en colonias desde decenas de miembros a millares

23411 de la estrella al cúmulo de estrellas → al cúmulo de cúmulo de estrellas: galaxia → cúmulo de galaxias → cúmulo de cúmulo de galaxias

23412 nuestro cúmulo local: veinte galaxias a distancias de 2 millones años de luz; a 30 millones años-luz el cúmulo de la Virgen con diámetro 20 millones años luz y millares de galaxias; a 200 millones años-luz la Cabellera de Berenice contiene 9.000 galaxias

2342 en una placa del Observatorio de Harvard tras 200 minutos de exposición depara en Huella 1766 "nebulosas"

2343 se llama hipergalaxia o supergalaxia al conjunto de galaxias q. pueden tener un diámetro hasta de 2 a 6 millones de parsec. (30.833.000.000.000; predican 31 billones de km.)

3 métodos para calcular las distancias extragalácticas

31 las cefeidas son estrellas gigantes cuyo brillo varía periódicamente

311 Ley Leavitt: la cantidad de luz q. emiten es proporcional a la duración de su ciclo: relación período - luminosidad

3111 a un período de 2 días una luminosidad

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S. J.

260 > q. la del sol: 6 días, 750; 10 días, 1700; 36 días, 9.600

3112 comparando la intensidad del foco con el brillo medido por procedimientos fotométricos, tenemos la distancia

32 las estrellas "nova" tienen una potencia radiante 10 millones la del sol (gasta en 25 días más energía q. la irradiada por el sol en 1 millón de años)

321 aumentan súbitam. el brillo 10.000 o 100.000 veces

322 cuando las nebulosas aparecen compactas el cálculo sólo puede ser indirecto

4 ¿Es posible calcular la extensión del Universo?

41 Las dimensiones de la materia son muy reducidas en comparación con las del espacio en q. se halla diseminada

411 en un cubo de diez parsec. de arista se encontrarían por término medio 45 estrellas (Kapteyn)

412 reducidas l. estrellas a esferas de 1 milímetro de diámetro, las distancias medias serían 50 Km. y lo recorrido en un año algunos decímetros (Papp)

42 el telescopio gigante de Monte Palomar explora una esfera con radio de algo más de 4. mil millones años luz.

43 con los radiotelescopios se alcanzan objetos casi a doble distancia

ARCHIVO IGNACIO ELLACURIA S. J.

Visión finca

§4 el modelo estático de Einstein y su cálculo del radio del Universo

§41 Einstein no acepta un universo en expansión

§42 el espacio es curvo y su curvatura es tanto mayor cuanto mayor sea la cantidad de materia

§43 el R (~~radio~~) es proporcional a la masa total (M) del Universo según la relación (1) $R = \frac{\chi M}{4\pi^2}$ donde χ es la constante einsteniana de la gravitación y equivale $\chi = \frac{8\pi G}{c^2}$ (2), siendo G la constante de la gravitación universal de Newton y c la velocidad de la luz; ∴ (3) $R = \frac{2GM}{\pi c^2}$

§44 Como la masa total es igual al volumen (V) por la densidad, y el V del espacio de Einstein es (4) $V = 2\pi^2 R^3$, la masa total será (5) $M = 2\pi^2 R^3 \rho$, donde ρ es la densidad media del Universo y se calcula q. e 10^{-29} g/cm³

§45 Si despejamos la incógnita M entre las dos ecuaciones (3) y (5)

$$R = \frac{c}{\sqrt{4\pi\rho G}} = 10.000 \text{ millones años luz}$$

346 Según Bennett a puede llegar hasta 35.000 millones pues pone el $\rho = 10^{-30}$

COLEGIO IGNACIO ELLACURÍA S.J.

35 el punto lo volveremos a tratar en función de la expansión del Universo

C] El origen del Universo como estado inicial

1 La edad del Sol como fuente de energía

11 algunas medidas de la energía solar

111 la radiación en cada segundo por m^2 equivalente a una potencia de 90.000 caballos de vapor (potencia de realizar en 1 s. el trabajo necesario para elevar un peso de 75 Kilopond a la altura de 1 m.)

1111 para la producción radiación de 1 día una cantidad de antracita equivalente a un globo de mercurio

1112 la energía recibida en cada m^2 bastaría para elevar durante 100.000 kg a 40 m.

1113 la tierra recoge sólo una doscientosmillonésima parte de la energía emitida por el sol

112 su temperatura: desde 5.740 grados en la superficie hasta unos 14 millones en el centro (Grayson-Smith pp. 29-30), e incluso 20 millones (Rhaze p. 511)

12 el origen de la energía solar

121 sólo en 1896 empezó a sospecharse que la radiactividad podría ser el origen de la energía estelar

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S. J.

122 en 1938 Bethe sostiene q. la energía estelar proviene de la transformación del hidrógeno en helio (Thiago pp. 512-515)

1221 4 núcleos de H penetran en un núcleo de C con emisión de 2 protones, con lo q. se forma Helio q. es expulsado por el C.

1222 cada uno de los núcleos de H pesa 1.00797 todo él 1.00758 ; cuatro de ellos ~~debieran~~ pesarían 4.03072 : pero el núcleo de Helio formado con los 4 de Hidrógeno solo pesa 4.00276

1223 en la reacción de fusión ha desaparecido una cantidad de masa igual a 0.02756, q. aparece en forma de energía liberada: $E = m c^2$ (E, energía producida o absorbida, m, pérdida o ganancia de masa, c la velocidad de la luz en metros por s.)

UMA? (1.6598×10^{-24} gr)

Pérdida de masa: 4.22×10^{9} kg/seg. 1.47×10^{14} ton/año.

1224 Como un gramo de masa produce 20 k. llones de calorías, por cada kg. de helio originado tendremos aproximadamente 150 billones de calorías (lo q. desaparece de masa es $\frac{1}{141}$)

1225 Transformando 564 millones de toneladas de H en 560 millones de toneladas de helio por s., tenemos los 4 millones de toneladas q. en forma de energía irradia el sol por seg.

$_1H^1 + {}_1H^1 \rightarrow {}_1H^2 + e^+$

${}_1H^2 + {}_1H^1 \rightarrow {}_2He^3 + \gamma$

${}_2He^3 + {}_2He^3 \rightarrow {}_2He^4 + {}_1H^1 + {}_1H^1$

123 calculos de la edad del Sol desde el origen de su energía

1226 el proceso detallado v. Gregory-Smith p. 577

COLEGIO IGNACIO ELLACURÍA S. J.

123 calculo de la edad del sol desde el origen de su energía por fusión nuclear de H en He

1231 supuesto q. todo el He del Sol (calculado por procedimientos espectroscopicos) procede del H, la edad sería de unos 4.500 millones de años

1232 el futuro del sol

12321 con muy poco cambio de su masa y sus parametros actuales durante 10.000 millones de años

12322 consumido una tercera parte del H. dejará de ser estrella principal porq. la ignición del H descansa sobre todo de cerca del nucleo

12323 el sol ha debido de comenzar con 95% de atomos de H, hoy se le calculan en 85% ; al 65% perderá su capacidad de ignición actual

2 las escalas del tiempo cosmico (Rioja 545-547)

21 en las primeras decadas del siglo actual predomina la escala larga

211 el estado actual de la Galaxia supondria de un billon a 10 billones de años

2111 si se han de recorrer todas las etapas del diagrama de Russell, se necesitarian tiempos de este orden

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S. J.

Visión física

2112 La equipartición de energía cinética exigiría también esos tiempos

22 hoy se acepta la escala corta q. explica el estado actual de nuestro Universo de mil a diez mil millones de años:

221 hay distintos tipos de estrellas inicialm. diferentes q. evolucionan de maneras diversas

222 las masas estelares tienden a ser constantes por irradiación de energía a los espacios, y esto equipara más rápidam. q. el proceso gravitacional

3 la edad de los elementos

31 los elementos estables no han variado desde q. existen, pero sí los radioelementos

32 aproximación a algunas edades de elementos por el método de la desintegración

321 el uranio 235 se desintegra a un ritmo más rápido q. el uranio 238

3211 la proporción actual de 138 átomos de U-238 por cada uno de 235 nos permite calcular desde cuando hay uranio

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S. J.

3212 al ritmo actual para q. hubiera el mismo número se requerirían seis mil millones de años

322 El U-235 viene a convertirse en Pb-207. Para producirse todo el actual Pb-207 se requieren 5.400 millones de años (5.4×10^9 años)

4 La materia primigenia o ylem

41 La hipótesis de Prout (1785-1850): los átomos ~~de los diversos~~ serían agregados de átomos de una sola especie, el H., de quien los demás pesos atómicos serían múltiplos enteros

42 Las piezas básicas del Universo

421 El núcleo de un elemento está formado por tantos protones (carga positiva) como unidades tiene el n.º atómico, y tantos neutrones (sin carga) como el n.º q. sumado al anterior nos da el n.º de masa (peso atómico)

4211 n.º de protones Z + n.º de neutrones N igual a unidades del peso atómico A

(el n.º de masa A se descubre por el espectrógrafo de masa, el n.º de protones Z por las propiedades químicas ∴ N = A-Z el n.º de neutrones es la diferencia entre el índice superior y el inferior escritos junto al símbolo químico)

ALONSO GALO HIDALGO S. J.

4212 tomando como unidad para las masas atómicas 1/16 del O (1.6598×10^{-24} gr.), la masa de un protón es $M_p = 1.00812$ y la de un neutrón $M_n = 1.00893$; de donde la M de un átomo compuesto de Z protones y N neutrones será $M = Z \times M_p + N \times M_n$

42121 hay siempre una pérdida de masa al constituirse un núcleo $M < Z \times M_p + N \times M_n$

(la masa del núcleo de $^4_2He = 4.00390$; la suma de sus componentes es $2 \times 1.00812 + 2 \times 1.00893 = 4.03410$; i.e. 0.3020 menor q. la de sus componentes)

42122 el defecto de masa se ha transformado en la energía de unión, y cuanto mayor defecto de masa haya, más energía se requerirá para su separación.

422 además del núcleo el átomo tiene su corona de electrones (negativos) en relación con su n.º de protones

43 Todo el Universo procedería de la Evolución sucesiva de una "nube" muy densa de neutrones a temperatura muy grande, concentrada en un espacio relativamente reducido: ylem o gas neutrónico

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S. J.

431 en el momento inicial de principio la transformación de neutrones en pares protón (partícula elemental ~~electrón negativo~~ cargada positivamente q. constituye el núcleo del H.) ~~Aire~~ - negatón o electrón ordinario (a diferencia del positón q. es el electrón positivo)

432 el protón capta un negatón (electrón ordinario) y forma un átomo de H con un protón por núcleo y un ~~negatón~~ electrón negativo (negatón) en la corona

4321 de las fusiones nucleares protón con neutrón nacen núcleos de deuterio (hidrogeno pesado con protón y neutrón, $^{2}_{1}H$) con gran desprendimiento de calor

4322 la captura sucesiva de neutrones da lugar a los helios y elementos siguientes del sistema periódico. Han subsistido los más estables.

433 Las condiciones requeridas

4331 la expansión de la nube provocó una disminución de la presión y la densidad; a los pocos segundos fué tan baja como para permitir la desintegración de neutrones libres

4332 la temperatura era aún tan alta q. no podían formarse núcleos por poseer l. neutrones demasiada energía y movimientos excesivamente rápidos

4333 la temperatura fué bajando a causa de la expansión (200 a 300 segundos después de comenzada la expansión) lo cual permite la captura de neutrones por protones y la generación de deuterones

4334 el proceso de formación d l. elementos fué limitado por la corta edad de vida de los neutrones libres (12 minutos) y por la dis-

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S. J.

persiva creciente. La duración del proceso sería de 1.800s (½ h.)

4335 Se sucedió un reagrupe de núcleos hasta quedar núcleos estables: estos cargados positivamente se rodearon de una corona de electrones y quedó fijada la cantidad relativa de los diversos elementos en cada fragmento del Universo.

4336 Con los neutrones existieron radiaciones cuya influencia sería decisiva para la fragmentación y dislocación de aquel caos donde estuvo encerrada toda la materia del Universo.

434 Gamow calcula q. la materia inicial de nuestro Universo visible estaba comprendida en una esfera de radio de unos 5 millones de Kilómetros, solo 10 veces el radio de la órbita lunar.

5 La edad del Universo en función de su expansión

51 la fuga de las nebulosas

511 en 1912 Slipher observa en la nebulosa Andrómeda el corrimiento de las rayas espectrales

512 en 1929 Hubble descubre la ley según la cual las nebulosas extragalácticas se alejan de nosotros con velocidad distinta, proporcional a la distancia en la q. se hallan

Efecto Doppler

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S. J.

5121 la velocidad de recesión v de una galaxia situada a la distancia r es igual a esa

Visión física

distancia multiplicada por una constante

$v = K r$ (v. Km/s cuando r en millones años luz, la constante $K = 170$)

5122 a cada millón de años luz de distancia corresponden 170 Km/s (según Brade 70 Km/s)

5123 esta ley ha sido confirmada por el Monte Wilson hasta distancias de 600 millones años luz, donde las galaxias se alejaban a 35.000 Km/s

513 el alejamiento es mudo, con lo q. llegaría un día en q. ya no impresionen mi nuestros aparatos mis sentidos

52 cálculo de la edad desde la fuga de las nebulosas

521 las galaxias duplican sus distancias en 1.800 millones de años (Eddington), y la densidad se reduce a una décima parte cada 1.500 millones de años

5211 Si ahora la densidad es de 10^{-29} g/cm^3, hace unos 132.000 millones de años toda la materia estaría concentrada en el volumen de una cabeza de alfiler, lo cual es absurdo

5212 si se divide la distancia actual de una nebulosa por su velocidad, resulta siempre la misma duración: unos 5.000 millones de años

a 10,000

COLEGIO MAYOR FILIPENSE S. J.

522 las nebulosas se han ido separando en una velocidad constante para cada una, pero diversa de una a otra, de modo q. las q. se dispersaron con mayor velocidad serán al presente las más alejadas y las q se alejan a mayor velocidad

El Borde del Universo.

D] El futuro físico del Universo

1 El Universo en expansión

11 Frente a los universos estáticos de Einstein y De Sitter, hoy se sostiene un universo en expansión (Friedmann y Lemaître)

111 Junto a la atracción universal habría (Eddington) una fuerza repulsiva

1111 entre sistemas próximos predominaría la fuerza de atracción

1112 la fuerza repulsiva, muy débil al comienzo, crecería proporcionalmente a la distancia y se sumaría al impulso inicial de la expansión

1113 una vez vencida la fuerza de atracción, quedaría como fuerza impeliente

S. J.

12 El modelo de Universo en expansión de Eddington como una esfera de plástico

121 las galaxias estarían en el plástico

1211 las galaxias tendrían movimientos propios, pero además los que le corresponden a la extensión del plástico

1212 se dan dos fuerzas. la de la presión del aire q. extiende y la resistencia del plástico q. contrae

1213 el plástico casi ha perdido ya su elasticidad y lo q. predomina es la fuerza expansiva

122 El Universo se expandería uniformem. de manera q. la distancia actual crecería no lo mismo sino en proporción a la distancia primera.

2 ¿Hay creación constante de materia?

21 teoría de la creación continua y del estado estacionario (Bondi-Gold)

211 el Universo presenta el mismo aspecto independientem. d l. posición del observador y del tiempo de la observación

S. J.

212 Está en expansión - su densidad media parece constante ; luego se da una creación continua de materia

2121 se producirían 10^{32} toneladas por s. (unos 50.000 soles por s. (un átomo por año para un volumen como la catedral de San Pablo en Londres)

2122 las galaxias surgirían por condensación de la misma materia creada uniformem.

22 La teoría de la creación constante no está probada y contradice algunos datos

221 no parece q. haya variabilidad de las constantes ; pero la constante de la gravedad la probó Tolman (p. 612)

222 Los cálculos de Hoyle fueron invalidados por las observaciones de más de dos mil radio-estrellas por Ryle

223 Los radiotelescopios indican q. la densidad en el n.º de radiofuentes crece con la distancia

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S. J.

224 la formación de elementos químicos pesados exige temperaturas de 10 mil millones y elevadísimas presiones q. no parecen darse aquí.

3 La muerte térmica del Universo

3.1 Principio de la conservación de la energía

3.1.1 Teorema de la conservación de la energía mecánica

3.1.1.1 ejemplos del proyectil ($\frac{1}{2} m v^2$), del péndulo y de la montaña rusa q. transforman su energía cinética en potencial

3.1.1.2 en un sistema cerrado la energía mecánica del sistema permanece constante

3.1.1.3 la suma de las energías cinética y potencial tiene el mismo valor en todo momento

3.1.2 No es constante la suma de las energías cinética y potencial sino se añade la energía calorífica producida

3.1.2.1 técnicam. hay transformación mutua de energía mecánica y térmica

3.1.2.2 la transformación se verifica en un valor constante: equivalente mecánico del calor (por cada Kilocaloría q. se consumen aparecen 427 Kilogrametros)

3.1.3 El principio vale para todas la energías del Universo de un sistema cerrado

3.1.3.1 la energía no se crea sino q. se transforma

3.1.3.2 la suma de todas l. energías es constante

COLEGIO SAN IGNACIO DE LOYOLA S. J.

principio de conservación.

Mayor.-

Tan pronto como cierta cantidad de energía, sea de la especie q' sea, desaparece al verificarse un fenómeno, otra especie de energía aumenta; y este aumento tiene lugar en tal relación de magnitud de la nueva energía es equivalente a la desaparecida".-

y recíprocamente: todo aumento de energía, cualquiera q' sea su modalidad, sólo es posible a condición de q' otra energía disminuya en proporción equivalente.

32 La degradación de la energía: entropía (628-633)

321 Solo una parte del calor cedido por el origen caliente se transforma en trabajo

3211 en toda máquina térmica no puede haber trabajo producido sin q. exista diferencia de temperatura entre dos orígenes del aparato

3212 si el trabajo puede transformarse íntegramente en calor, el calor no puede transformarse íntegramente en trabajo, porque parte de él ha de ser cedido a un refrigerante

3213 el calor es energía degradada, pues para transformar en trabajo la energía del refrigerante se requiere otro refrigerador con la q. parte de la energía es dada al refrigerante mero

322 el 2º principio de la termodinámica completa el 1º al señalar el sentido de la transformación natural de la energía

3221 el calor no pasa por sí mismo de un cuerpo frío a otro caliente

3222 en todo sistema de cuerpos aislados la entropía o permanece constante o aumenta de valor, pero jamás disminuye

3223 la magnitud de la entropía S es tanto mayor cuanto mayor sea el calor Q. cedido en el cuerpo, pero tanto menor cuanto mayor sea la temperatura T

$$S = \frac{Q}{T} \qquad \frac{Q}{T_1} < \frac{Q}{T_2}$$

ARCHIVO CENTRAL FILOSOFÍA S.J.

323 En el Universo la energía tiende a degradarse

3231 el calor tiende a degradarse, pues al pasar de los cuerpos calientes a los fríos disminuye su capacidad de transformarse en trabajo

3232 todas las otras clases de energía se transforman en energía térmica con lo q. no disminuye su cantidad pero sí su calidad

3233 en todo sistema cerrado q. no accede ni cede energía la entropía tiende a un valor máximo

33 La muerte térmica del Universo

331 La energía total del Universo es constante y su entropía tiende a un valor máximo

3311 no hay más sistema aislado q. el Universo en su totalidad

3312 la cantidad de energía se conserva, pero empeora su calidad

33121 al transformarse unas formas de energía en otras, parte se convierte en calor

33122 el calor pasa de los cuerpos de temperatura más elevada a los de temperatura inferior, al menos por inmediación

33123 la energía térmica para realizar trabajo requiere un desnivel de temperaturas

3323 la razón d.l. generalización está en q. se imponen uniformes las leyes del Universo

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S. J.

3330 La ley de la entropía lleva forzosam. a la muerte térmica, cuando se alcance el equilibrio termodinámico

33301 paralización de todo proceso en sólo los movimientos en q. consiste la energía térmica

33302 no es calculable cuando dure el proceso

3344 ¿ es legítimo excluir de la entropía la duración no eterna del universo?

33441 el carácter estadístico de la ley de la entropía

334411 sólo es aplicable a grandes conjuntos como valor promedio

334412 alrededor del estado medio hay fluctuaciones y el equilibrio térmico es aparente pues supone agitación en todos

33442 aunque sea una ley estadística y no dinámica, la regularidad de lo macroscópico exige q. en lo microscópico haya mayoría de acontecimientos favorables a la entropía

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S.J.

Sección II: Confrontación de la nueva física con la física clásica

A) El problema del contenido de la física clásica y de la nueva física

1. El hallazgo "definitivo" de la física clásica

11 La física clásica como modelo perfecto de razón y ciencia

111 El deslumbramiento de Kant

1111 Las deficiencias de la filosofía y la fortaleza de la ciencia

1112 La filosofía hecha a imagen de la física clásica

11121 La imitación formal

11122 El aprovechamiento de sus contenidos

2 Carácter general de la física clásica

21 Predominio de la imaginación sensitiva en la física clásica

211 Identificación de realidad material y realidad percibida por los sentidos

212 La "explicación" por figuras y movimiento como base de la materialización

213 Identificación de visualización y comprensión

ARCHIVO CENTRAL S.J.

22 el punto de vista clásico no es un simple traslado de la ingenua percepción de los sentidos

221 la anulación objetiva del aporte d.l. cualidades secundarias

222 la reducción al tacto y a la vista

2221 el tacto descubre la impenetrabilidad o solidez de la materia

2222 los atributos cinemáticos y geométricos concebidos en términos visuales

23 pero no es una superación perfecta de la imaginación

231 la geometría euclidiana y la mecánica newtoniana no son formas necesarias de entender ni réplicas perfectas de la realidad

2311 sólo son aplicables a la zona de dimensiones medias entre el mundo d.l. galaxias y el mundo subatómico

2312 el "subconsciente newtoniano-euclidiano" (Capek) aplicado a las demás ciencias

232 los prejuicios científicos

2321 racionalización de lo sensible reducido

2322 limitación de la racionalización a partir del esquema sensitivo

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S. J.

[3] El contenido de la física clásica y de la nueva física

a) el concepto de materia en la física clásica

1 definición de materia y sus consecuencias

11 algo impenetrable q. llene ciertos regiones del espacio y q. persiste en el tiempo aun cambiando de lugar

111 la ocupación de un determinado espacio es la propiedad fundamental de la materia

1111 el cuerpo es extensión (Descartes)

1112 dos cuerpos no pueden ocupar al mismo tiempo el mismo espacio: impenetrabilidad

112 el espacio debe ser vacío y no es materia

1121 solo el vacío permite hablar de distintas materias

1122 solo el espacio vacío permite el movimiento

12 la indivisibilidad de las últimas partículas

121 el verdadero cuerpo es el indivisible

122 la división mecánica solo aumenta la distancias entre lo q. ya está actualmente dividido

1221 no hay unión sino indivisibilidad

1222 puede pensarse en una divisibilidad genética pero no mecánica de las últimas partículas

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S. J.

Visión física

2 La constancia de la materia

21 el principio de la conservación de la materia

211 los últimos elementos de la materia son constantes en su masa, volumen y forma

212 es constante la suma de todas las masas del Universo

213 nada se hace de la nada y nada puede volver a la nada

22 la indestructibilidad física y la inalterabilidad de la forma son deducciones teóricas no bien fundamentadas

221 no se deducen necesariamente del concepto de materia

222 no se pueden comprobar en la física clásica

23 el peligro de la extrapolación filosófica de las apariencias físicas

3 Rasgos principales de la visión cinético-corpuscular de la materia

31 La materia discontinua en su estructura y constituida de unidades absolutamente rígidas y compactas, se mueve a través del espacio según las leyes de la mecánica

32 Todas las diferencias aparentemente cualitativas son debidas a diferencias de configuración o de

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S. J.

movimiento de las unidades básicas o de sus agregados

33 Todos los cambios aparentemente cualitativos son efecto del desplazamiento de las unidades elementales o de sus agregados

331 el movimiento no es intrínseco a la materia

332 diferencia entre el materialismo mecanicista y el materialismo dialéctico

34 La variedad cualitativa y la transformación cualitativa son adiciones psíquicas

35 Toda interacción entre los componentes básicos es debida exclusivamente a un impacto directo. No hay acción a distancia

ARCHIVO RAMÓN ELLACURÍA S.J.

b) la conceptuación de la materia en la nueva física

1 En busca de las partículas elementales

11 no es posible ni siquiera la visibilidad directa de las partículas elementales

111 las realizaciones elementales suceden en forma de acciones y reacciones discontinuas: aspecto corpuscular

112 las leyes q. ordenan el comportamiento de esas realizaciones reclaman una estructura ondulatoria

113 las partículas elementales no son visibles ni intuibles

1131 no es posible la determinación simultánea de velocidad y localización

efecto compton!

1132 sus características de duración y penetrabilidad son inconcebibles en la física clásica

Ruiz 667.

11321 no mantienen su forma pues su duración puede acercarse a 10^{-23} s.

11322 no es resistente a mi cuerpo pues sus dimensiones pueden acercarse a 10^{-13} cm.

ARCHIVO IGNACIO ELLACURIA S. J.

efecto fotoeléctrico: → la emisión de electrones libres por un metal bajo la influencia de una radiación electromagnética

$E = h\nu$ - Partícula

$\lambda = \frac{h}{mv}$ - Onda

Números Cuánticos:

1) Números Cuánticos:

1º (n) designa la capa energética donde se encuentra el electrón.

el 2º (l) la cantidad de movimiento angular

el 3º (s) el spin del electrón.

(m_l) → el cuarto no Cuántico que es la cantidad de movimiento angular orbital.

114 rompen el esquema clásico del espacio-tiempo

1141 no son "cosas" permanentes sino eventos como realizaciones cuasi-instantáneas

1142 estos eventos ~~fundo~~ elementales no ocupan un espacio sino q. son centros de realización

12 descorporalización de las partículas elementales

121 las partículas elementales pierden las características típicas de la esperanza común de la materia q. llamamos cuerpo

122 el concepto de materia se descorporaliza y amplía intelectualmente.

1221 no sigue el entendimiento visualizante ayuda mucho a la comprensión de la materia

1222 la interpretación del mundo no puede estar fundada sobre una valoración corpuscular de la materia

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S.J.

2 Interpretación de las partículas elementales

21 La indivisibilidad

211 hacia partículas cada vez más elementales

2111 las combinaciones químicas se explican a nivel de moléculas compuestas de átomos indivisibles químicamente.

2112 la física alcanza elementos más pequeños.

21121 núcleo atómico con electrones en órbita: Bohr

21122 división del núcleo: Rutherford

211221 protones, neutrones

211222 actualmente más de 100: Heisenberg

212 problemático de la división al llegar a este nivel

2121 las partículas se logran dispersando con gran energía una contra otras

21211 se aceleran protones a una energía equivalente a 70 mil millones de voltios

21212 aparentemente siempre se siguen produciendo menos partículas

2122 las partículas menores no son tan grandes como las anteriores, lo cual prueba un límite en la división

S. J.

21221 lo q. sucede en estos choques es la ~~toma~~ producción de materia a partir d l. energía

21222 si cada partícula puede producir las demás llegamos a l. identificación de todas ellas como materia-energía

21223 Heisenberg piensa q. ya no hay partículas elementales más pequeñas: el problema d l. quarks. [1968]

2123 ha cambiado de sentido el carácter cuantitativo d l. indivisibilidad d l. materia

22 qué son estas partículas elementales

221 debe hablarse de funciones o amplitudes de probabilidad

2211 muestran la probabilidad del suceso.

2212 formulan matemáticam en probabilidad

22121 las partículas elementales se representan por figuras matemáticas caracterizadas por sus propiedades simétricas

22122 estas figuras matemáticas representan lo probable no lo efectivo

cfr 266 267 Z. P.

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S. J.

22 1221 la probabilidad materialista expresada por el calculo

221222 lo efectivo solo se alcanza indirectamente por los experimentos

222 en este sentido tendria razón Platón contra Democrito al decir q. al final de la divisibilidad se encuentra forma y no materia

2221 el problema no es tanto de los elementos sino de la disposicion de esos elementos

2222 el problema de la divisibilidad de la forma no tiene sentido en terminos de divisibilidad

23 La identificacion masa-energia

231 la convertibilidad de masa en energia y viceversa amplia el concepto de materia

2311 la estabilidad e inestabilidad no es de la masa sino del equivalente masa-energia

2312 la masa no es sin mas energia concentrada, pero debe entenderse como "concentracion" de campos energeticos

S. J.

23121 la pregunta fundamental sería entonces qué es la materia como un campo energético

23122 este campo que no es visualizable y contradice la experiencia común

232 no puede identificarse sin más materia con cuerpo.

2321 el cuerpo es la forma macroscópica hasta cierto punto irreal de presentarse la materia

2322 aun para entender físicamente la materia el hombre debe descorporeizar la experiencia sensitiva

233 debemos seguir atentos a lo q. la física sigue descubriendo sobre la materia

2331 no se puede cerrar un sistema filosófico sobre un determinado estadio d.l. ciencia

2332 los avances de la ciencia no solo hacen cambiar los contenidos sino los modos de pensar

ARCHIVO IGNACIO ELLACURÍA S.J.