

tengo por sin duda, que padecerá mucho menos calor, puesto al Sol, uno que vista de blanco, que otro vestido de negro; y así viaxará con menos incomodidad, por un gran Sol, un Religioso Mercenario, que un Monge Benito. No es aquí ocasion de explicar la causa por qué el Sol penetra menos los cuerpos blancos, que los negros. Para resolver la Question propuesta, basta constar el phenómeno por la experiencia, que es mas segura, que qualquiera raciocinio phylosofico.

QUESTION SEXTA.

25 ¿Por qué el calor ablanda la cera, y endurece el barro? Respondo. Lo primero execura desligando con la agitación las partes de la cera enteramente, si el calor es grande, en cuyo caso la pone bastantemente fluida, y en parte, si el calor es mui intenso; de modo, que desligadas entonces muchas particulas de la cera, el todo hace poca resistencia á qualquiera agente, que intenta darle otra figura. El barro endurece, disipando el humor que le ablanda, faltando el qual, las partes terreas, por su mas firme union, que la de las partes de la cera, no pueden ser divididas por la accion del calor, y así retienen su nativa dureza. El ser unos cuerpos mas ó menos facilmente divisibles, que otros, pende unicamente de la varia textura de sus partes.

QUESTION SEPTIMA.

26 ¿Enrarece el calor todos los cuerpos? Juzgo que sí. Mr. Lemery, habiendo puesto una regla de hierro por algunas horas á un ambiente mui frio, y algunos meses despues al Sol, en un dia bastantemente calido, la halló algo mas prolongada, despues del segundo experimento, aunque el exceso era tan poco, que por él hizo la cuenta, de que una barra de hierro, larga doscientas y diez y seis brazas, se extenderia solo un pie mas, trasladada del yelo á la accion del Sol. (Histor. de la Academia de Duhamel, tom. 2. p. 61.) Pero

yo lei, no me acuerdo adonde, otro experimento que da algo mayor extension; y fue, que poniendo á un Sol mui atdiente una barra de hierro, larga seis brazas, adquirió un dedo mas de longitud. El Padre Regnault asegura, que poniendo por muchas horas al ambiente externo, en tiempo mui frio, dos piezas de marmol perfectamente iguales, y metiendo luego la una en agua bien caliente, se hallaron desiguales, por haberse extendido algo la que entró en el agua caliente.

QUESTION OCTAVA.

27 ¿Por qué el fondo de un caldero, que está con agua hirviendo sobre el fuego, en aquel momento que se retira de él, se experimenta frio al tacto; pero mui luego, esto es, al punto que cesa el hervor de la agua, toma mucho calor? Respondo. El hecho es cierto. Yo hice la experiencia tres, ó quatro veces en la chocolatera, puesta inmediatamente sobre ascuas bien encendidas, y estando en actual hervor la agua contenida en ella; y siempre hallé, al punto que la apartaba del fuego, la superficie externa del fondo tan templada, que en el contacto no sentia la menor incomodidad. Pero mui prontamente tomaba tanto calor, que se hacía totalmente insufrible al tacto. La noticia del phenómeno es tan antigua, que ya se halla propuesto en los Problemas de Aristoteles, (Sect. 24. num. 5. aunque ni bien expuesto el hecho, ni bien resuelta la duda. Sennerto trata extensamente la Question, proponiendo varias soluciones, con que diferentes Autores pensaron ocurrir á la dificultad, que ciertamente es gravissima; pero realmente todos aquellos discursos están mui lexos de satisfacer. Finalmente, Mr. Homberg, de la Academia Real de las Ciencias, juzgó, que dió en el hito. Considera este Phylosofo la llama, ó aquella ardiente exhalacion, con que el fuego calienta el caldero, y la agua contenida en él, como un complexo de delicados dardos, cuyo movimiento es de abaxo arriba. Estos poco á poco se van haciendo en la agua pasages, por donde logren pron-

pronto, y libre curso; y abriendolos, ò quando ya los tienen abiertos, hacen hervir el agua. En aquel momento, en que el caldero acaba de apartarse del fuego, ya el fondo del vaso no recibe mas calor de la llama, ù de las ascuas, por estar ya fuera de ella, ù de ellas: con que solo resta, que le calienten las particulas igneas, que antes ha recibido. Por estas, supuesto su movimiento de abaxo arriba, y que los pasages del agua están abiertos, nada se detienen en el fondo, antes rapidísimamente se entran en el agua; de modo, que en aquel momento que el caldero se aparta del fuego, ni es calentado por éste, porque ya está fuera de su accion, ni por las particulas igneas, que antes le comunicó el fuego, porque entonces ya están introducidas en el agua; y aun en caso que quedasen, al tiempo del contacto, algunas en el fondo, ya por ser pocas, ya porque su impulso es solamente hácia arriba, no podrian hacer impresion mui sensible en quien toca el fondo. ¿Pero por qué se calienta éste al momento que en el agua cesa el hervor? Porque entonces, comprimiendose las partes del agua con su propio peso, se cierran los pasages de abaxo arriba, que el fuego habia abierto: con que las particulas igneas, introducidas en el agua, desistiendo del rumbo tomado, se disparan hácia todas partes; esto es, no solo hácia arriba, y á los lados, mas tambien hácia el fondo del vaso; y de aqui resulta el concebir entonces nuevo calor.

QUESTION NONA.

28 ¿Por qué las manos se calientan mucho despues de tenerlas un rato metidas en nieve? Respondo. Porque muchas particulas de la nieve, aplicandose exactamente á los poros de la mano, los cierran, y asi impiden el exito al vapor caliente, que el cuerpo está continuamente exhalando. De aqui resulta congregarse mucho mayor porcion de aquel vapor hácia la superficie de la mano, el qual es preciso la caliente; lo que al principio no sucede, porque siendo el vapor poco, prevalece la accion de la nieve.

QUES-

QUESTION DECIMA.

29 ¿Por qué el agua, de que se sirven los Molinos, les dá mucho mayor impulso estando fria, que caliente? Respondo. Creí un tiempo depender esto de estar mas condensada con el frio; porque la rarefaccion disminuye la fuerza, que un cuerpo con su propio peso hace al caer. Pero despues he considerado, que lo que la agua se enrarece con el calor, (no siendo éste tan violento, que la haga hervir) es tan poco, que se debe considerar como insensible para el efecto propuesto. De dos modos, pues, juzgo concurre el calor á minorar el impulso del agua. El primero es, haciendola mas facilmente divisible, lo que pende de las particulas igneas, que introducidas en el agua, quitan á muchas su reciproca adherencia. Esta mayor divisibilidad, por dos medios tambien, quiebra algo la fuerza de la agua, porque lo primero, el aire, con quien se encuentra al caer, la disgrega algo: lo segundo, en el punto de herir el rodezno, se disgrega tambien uno, y otro, con algun exceso á la disgregacion, que padece estando fria. Ni se me oponga, que quando se disgrega en el rodezno, ya hizo todo el impulso, que podia hacer. Realmente no es asi, porque aquel impulso no es instantaneo; esto es, un cuerpo que cae sobre otro, no exerce sobre él toda su fuerza en el primer instante del contacto. Una piedra grande, que cae sobre un tablado, va exerciendo sobre él su fuerza desde el primer instante del contacto, comprimiendole succesivamente hácia abaxo, hasta que el tablado forma un arco, en que su resistencia, ò fuerza elástica se pone en equilibrio con la fuerza compresiva de la piedra.

30 El segundo modo, con que el calor puede minorar el impulso de la agua, es dando movimiento á sus particulas en todos sentidos, ò hácia todas partes. Es claro, que el calor de un cuerpo, ò no es otra cosa, que la agitacion de sus particulas insensibles hácia todas partes, ò por lo menos produce dicha agitacion, y ésta no puede menos de mitigar algo el movimiento de la agua hácia abaxo: porque dando al-

gun

gun impulso à las particulas del agua hacia arriba, y hacia los lados, otro tanto han de perder del impulso, que les da su gravedad hacia abaxo.

QUESTION XI.

31 ¿ Por qué las telas, ò paños mas vellosos, defienden mas del frio, y tanto mas, quanto el vello, ò fueco es mas delicado? Respondo. He leído esta Question propuesta en un Phylosofo, el qual respondé, que la ropa de aquellas circunstancias, enredando en su pelusa las particulas nitrosas del aire, que son las que producen la sensacion de la frialdad, no las permite penetrar al cuerpo cubierto con dicha ropa. Creo que este Autor padeció notable engaño. Yo soi de tan opuesto sentir, que bien lexos de atribuir el efecto al impedimento, que pone la ropa à intrusion del frio externo en el cuerpo, juzgo consiste en el impedimento, que pone para que el calor interno del cuerpo salga fuera.

32 Pruebo, que la causa no es la que señala aquel Autor. Lo primero, porque las particulas de nitro que causan la frialdad, son tan delicadas, ò sutiles, que penetran todo cuerpo metalico, y aun el vidrio; à no ser asi, no enfriarian los licores contenidos en las cantimploras de vidrio, ò de qualquiera metal. ¿ Como, siendo esto asi, podrá resistir su introduccion ninguna ropa? Lo segundo, porque si fuera esta la causa, quanto mas denso, y apretado fuese el tejido, de quien pende el fueco, tanto mas defenderia del frio, lo qual es contra la experiencia: pues antes bien, en igual cantidad de materia, quanto mas floxo es el tejido, (sea de lana, algodón, ò seda) tanto mas abriga: y asi son para este efecto preferidas las bayetas à otros tejidos de lana.

33 La causa, pues, de abrigar mas aquellas ropas, es, que con la delicadeza, y flexibilidad de sus hilos, ò hebras, se aplican, y ajustan mas exactamente à los poros del cuerpo; y cerrandolos, impiden la salida à los vapores calidos, a cuya emision està haciendo continuado conato el calor interno. Viene aqui como simil oportuno lo que arriba dije de la causa, porque aplicada la nieve por un rato à la mano,

no, la calienta. Advierto, que los tejidos de que hablamos, no solo hacen su efecto, puestos inmediatamente sobre el cutis, mas tambien colocados sobre la camisa, ò otra ropa; pues cerrando en este segundo caso los poros de la ropa interpuesta, detienen alli los vapores calidos, como en el primero los detienen en el cutis; aunque me inclino à que el efecto no será tanto.

34 De aqui hago una ilacion contraria à la práctica de todo el mundo en usar de bayetas para cortinas de puertas, y ventanas, con preferencia à qualquiera paño, en que no haya mucho mayor cantidad de lana, debaxo de la persuasion, de que aquellos defienden mas del frio externo. La experiencia de lo mucho que abriga nuestros cuerpos la bayeta, produjo este engaño, por la ignorancia del principio à quien se debe este beneficio. Si la bayeta, como yo juzgo, defiende nuestros cuerpos del frio, deteniendo los vapores calidos con su exacta aplicacion à los poros, de aqui no hai consecuencia alguna para que haga el mismo efecto, pendiente sobre puertas y ventanas.

QUESTION XII.

35 El Aire que expelemos del pecho con la respiracion, no es mas frio, ni tanto en Invierno, como el de afuera. ¿ Por qué, pues, soplando contra la mano, con aquel mismo aire la enfriamos mas, que la enfriaba el aire externo? Porque la mano, y todo nuestro cuerpo, està continuamente circundado de una Atmosphera caliente, formada por los vapores que traspiramos. El soplo la aparta: con que da lugar à que el ambiente externo se aplique inmediatamente à la mano, y éste es quien la enfria. Asi el soplo no enfria los cuerpos inanimados. Por mas que se sople, ò con nuestro aliento, ò con unos fuelles, contra la bola del Thermometro, no se le hará baxar al licor ni el ancho de un cabello.

QUES-

QUESTION XIII.

36 ¿Quién es mas frio, el aire, ò la nieve? Respondo. Pocos habrá, à quienes no parezca ridicula la pregunta, porque casi todos supondrán, como cosa de evidente notoriedad, que la nieve es mas fria, que el aire. Sin embargo, la experiencia muestra lo contrario. Uno de los años pasados, en una noche mui fria, puse el Thermometro en el balcon de mi Celda, y noté por la mañana dónde habia baxado el licor. Pasado algun tiempo, nevó; metí el Thermometro en la nieve, deteniendole en ella como tres quartos de hora; (tiempo sobradísimo para que la nieve hiciese todo el efecto de que era capaz) pero el licor quedó un dedo mas arriba del lugar donde habia baxado en el balcon.

37 Esta experiencia, à la verdad, prueba bien contra la preocupacion en que está el Vulgo, el qual juzga, que por mas frio que esté el aire, nunca iguala la frialdad de qualquiera nieve. Prueba digo, que tal vez el aire está tan frio, que excede la frialdad de alguna nieve; mas como el experimento de la frialdad del aire se hizo en diferente tiempo, que el de la frialdad de la nieve, no prueba, que quando las dos frialdades son coexistentes, aquella exceda à esta; pues acaso la nieve no está siempre igualmente fria, sino con desigualdad correspondiente à la mayor, ò menor frialdad del aire. Pero donde no llegó mi experiencia, llegó la de Mr. de la Hire, el qual varias veces pasó el Thermometro del aire à la nieve, y de la nieve al aire, y siempre subia el licor en la nieve, y baxaba restituido al aire; con la circunstancia, de que el Sol estaba entonces descubierta; y aunque no tocaba al Thermometro, parece que el aire inmediato à este instrumento recibia algun grado de calor, por la comunicacion con el otro, que era ilustrado del Sol.

38 La mayor sensacion de frio en la mano metida en la nieve, que circundada del ambiente, nada prueba contra esto. Mayor sensacion de frio percibe la mano metida en la agua, que expuesta al ambiente. Con todo es cierto, que la
agua

agua no es mas fria, que el ambiente, pues no tiene otra frialdad, que la que el ambiente la comunica con su nitro, ò espiritu nitroso. En igualdad de aplicacion del agente frio, ò calido à la mano, aun siendo igual, ò el calor, ò el frio, se perciben, ò sienten mas uno, y otro, quanto el cuerpo que se aplica es mas denso. Asi enfria mas un cuerpo metalico, que una piedra; entre las piedras mas el marmol, que la piedra comun; y la piedra comun, mas que un poco de madera.

QUESTION XIV.

39 ¿Por qué quando la nieve está para caer, y aun quando está actualmente cayendo, se siente menos frio, que despues que cayó? Responde el Padre Regnault, que es verisimil, que la nube de que se forma la nieve, y la misma nieve al caer, repelen hacia abaxo las exhalaciones, que suben de la tierra; y éstas, repelidas, adquieren aquel movimiento en todos sentidos, en que consiste el calor. Esta solucion es ingeniosa. Pero no se podrá decir, que las exhalaciones, sin el subsidio de este nuevo movimiento, son mas calientes, que el ambiente que entonces nos toca; y asi, ¿no mas que con que se detengan en él, es preciso que le comuniquen algunos grados de calor? Creo que sí, y que esto es mas natural.

40 Fúndome en que las exhalaciones se levantan, no solo de la superficie de la tierra; mas tambien de alguna profundidad, y en qualquiera profundidad está la tierra mas caliente en tiempo frio, que en la superficie; por consiguiente mas caliente, que el ambiente vecino à la tierra. Luego las exhalaciones traerán de allí algun calor mayor, que el del ambiente; y por consiguiente, detenidas en él, le calentarán algo. Mas. Las exhalaciones, segun la comun Phyllosofia, por su naturaleza son calientes, y secas. Luego detenidas en el ambiente por la nube, ò por la nieve que cae, sin adquirir por la repulsion aquella especie de movimiento, en que consiste el calor, tienen el que basta para calentar algo el aire, en que se detienen. Mas. No solo las *Exhala-*

ciones, mas ni aun los que se llaman con especialidad *Vapores*, pueden, segun los Modernos, ascender à la Atmosphera, sin que à cada particula de vapor se agregue alguna porcion de materia ignea; de modo, que el complexo de uno, y otro haga un todo mas leve, que igual volumen del aire de acá abaxo: luego así vapores, como exhalaciones, llevan consigo bastante fuego, ò materia ignea para calentar el aire, donde detenidas por la nieve que cae, hacen alguna mansion.

QUESTION XV.

41 ¿Por qué la elada destruye el fruto de las viñas, cayendo sobre ellas al tiempo que están brotando? El Padre Regnault propone la Question en estos terminos: *¿Por qué el frio quema las plantas, y los brotones, quando aún están tiernos? Y responde así: Un exceso de calor tiene mas parte en esto, que el frio. El frio aprieta las fibras: el aire interior los xugos, y el agua, de que las fibras delas plantas, y de los brotones aún tiernos, están embebidas. Un exceso de calor viene de repente à dilatar el aire, los xugos, el agua. La súbita dilatacion rompe las fibras: los xugos no pueden ya moverse con toda libertad, para distribuir las el nutrimento necesario: con que se vñ consumiendo, y los brotones sin vida se ennegrecen, y parecen quemados.*

42 Pero esta respuesta se funda en un principio falso. Y es mucho, que un Escritor tan diligente cayese en tal equivocacion. Bien lexos de dilatarse la agua, y qualesquiera xugos, quando el calor los desyela, antes entonces ocupan menos espacio, que quando estaban elados; siendo general en todos los liquidos, que quando se yelan, se estienden, y ocupan mayor espacio, que en el estado de fluidéz. De aquí viene, que si un vaso lleno de agua, y bien cerrado se expone à una fuente elada, llega el caso de romperse; porque el agua elada, no cabiendo en el espacio donde cabia antes, estendiendose, rompe el vaso; lo que mas de una vez ha sucedido con vasos mui fuertes de metal. Es tambien mui sabida la experiencia, de que la agua, contenida en un

vaso de vidrio de bastante capacidad, y de cuello estrecho, y largo, de modo, que no le llene del todo, en elandose, sube algo mas arriba del termino adonde llegaba antes. Es claro, pues, que si la agua, y xugos contenidos en los brotones de las plantas, quando hai elada, estendiendose, rompen las fibras; esto ha de suceder, no quando el calor los desyela, sino al contrario, quando los yela el frio.

43 Podrá oponerse à esto lo que sucede en las viñas con la escarcha; y es, que aunque ésta caiga de noche sobre ellas, como à la mañana el Sol esté cubierto, se salva el fruto, pero perece, si el Sol se descubre: luego al deselarse el xugo con el calor del Sol, es quando se hace el daño. Respondo concediendo, que realmente el Sol es quien destruye el fruto; pero no deselando, sino con otra accion mui diversa. Es una curiosissima Phylosophia la que voi à exponer ahora.

44 Debe suponerse, que la escarcha no es otra cosa que un agregado de gotas de rocío de figura esférica, ò por lo menos mui convexa por la parte superior. Esta figura tienen las gotas de qualquiera liquido, por la igual presión del aire por todas partes; con la advertencia, de que quanto mas menudas son las gotas, tanto mas retienen la figura esférica, ò tanto mayor convexidad, despues que caen, porque à las mayores las aplana algo mas su mayor peso. Siendo, pues, de esta figura las gotas de la escarcha, cada una viene à ser un pequeño *Espejo Ustorio*, que recibiendo los rayos del Sol, con la refraccion los dirige à un foco proporcionado en distancia, y tamaño à su pequenez; esto es, brevisimo, y mui próximo: de modo, que cae el foco en el mismo pimpollo, sobre que está colocada la gota; y así, por medio de cada gota quema el Sol una pequeña parte del pimpollo, y todo el pimpollo por medio de todas las gotas.

45 El que aquellas cristalinas esferillas son el organo por donde el Sol hace el estrago, se evidencia de que si antes de salir el Sol corre algo de viento, que las disipa, no se sigue de la accion del Sol daño alguno. De aquí se sigue, que

que la expresion vulgar de que *la Escarcha quema las viñas*, es verdadera en todo rigor phylosófico, y los que usan de ella hablan con propiedad, aunque lo ignoran, ó por lo menos ignoran el *por qué*. Realmente las quema, como instrumento del Sol en la forma que he dicho.

46 El dificultar, que una cosa tan fria, como es la escarcha, puede servir de instrumento para quemar, solo cabe en una grande ignorancia de Physica, y Mathematica. Sabese, que con yelo se puede hacer un *Espejo Ustorio*, que queme con mucha violencia aquel poco tiempo, que puede durar. Si puesta la agua en un vidrio cóncavo esférico, se elare enteramente, y despues se pusiere al Sol, los rayos que pasen por el yelo, quemaran mui bien al cuerpo, que se coloque en el punto del foco.

47 Esto no quita que el frio, siendo mui intenso, haga tambien daño, aun á las plantas mas robustas. Hacele sin duda, y mui grande á veces en la forma que he insinuado arriba; esto es, elando la humedad contenida en ellas, la qual dilatandose por este medio, rompe sus fibras. En el Invierno del año de nueve, el mas cruel en toda la Europa, de quantos acuerdan los que hoy viven, y vivian entonces, se observó en Francia, que los arboles mas robustos, y de textura mas firme, fueron los que mas padecieron de aquel intensissimo frio. Lo que Mr. Chomel, de la Academia Real de las Ciencias, discurrió sobre el caso, fue, que en los arboles mas blandos cedian las fibras, por ser mas flexibles, al impulso extensivo de la humedad congelada, y contenida en tronco, y ramas; por tanto no se rompian. Pero en los arboles de textura mas firme, por ser mas rigidas las fibras, no aflojando al impulso del yelo, era preciso que éste las rompiese. Asi como la agua congelada en un vaso de barro, Talavera, vidrio, ó metal, si ocupa antes de elarse, toda su concavidad, y está cerrado el vaso, le rompe al elarse; porque la materia del vaso no puede estenderse, y dár de sí; pero no hará este efecto en un vaso de cuero por la razon contraria.

CARTA TERCERA.

SOBRE LA PORTENTOSA porosidad de los cuerpos.

1 Señor mio: No imaginaba yo tan poco adelantado á Vmd. en la Physica, que hallase dificultad en lo que leyó en el *primer Tomo del Teatro, disc. VI. n. 44.* donde propongo, como sospecha mia, que *tal vez puede depender la mayor levidad de la agua, de tener mayor mixtura de aire, en cuyo caso no será la mas ligera, mas provechosa.* Dice Vmd. que no puede comprehender, que en la agua haya mayor, ni menor mixtura de aire; porque la agua es un cuerpo homogéneo, y fluido, cuyas partes, desde las mayores, hasta las minimas, están entre sí inmediatissimas, sin dexar seno, ó intersticio alguno, que pueda ser ocupado por el aire.

2 ¡Oh cuánto dista de la verdad este concepto de Vmd! La mezcla, ó inclusion del aire en la agua consta evidentemente por los experimentos hechos en la *Maquina Pneumática*; donde puesta alguna porcion de agua, al paso que se va extrayendo el aire contenido en la concavidad de la Maquina, la agua, concibiendo un movimiento como de erbor, va arrojando á la superficie en muchas ampollitas el aire, que incluía, cuya causa es la falta de presion del aire externo, que antes, cargando sobre la agua, impedía la expansion elastica del interno; de modo, que en aquella operacion se despide del agua casi todo el aire contenido, lo que se colige de la cesacion de ebullicion, despues de concluido el experimento. Pero es tal la disposicion de la agua á recibir nuevo aire, que expuesta despues de nuevo al ambiente libre, vuelve á admitir igual porcion de este elemento, á la que antes tenia; y aun mayor, si se expone al am-