

UNIDADE 1 Conceitos Gerais

UNIDADE 3 Classificação dos Materiais

1. As propriedades exibidas pelos materiais podem ser explicadas em grande parte pelo tipo de ligação química que está neles presente. Em uma análise feita em um laboratório de pesquisa, um analista identificou para um dado material as seguintes propriedades:

- O material é transparente;
- Apresenta alta temperatura de fusão;
- É mau condutor de eletricidade no estado sólido;
- Apresenta elevada dureza e comportamento frágil na fratura.

A partir das propriedades exibidas por esse material, assinale a alternativa que indica a qual categoria ele deve pertencer.

- a) Material metálico;
- b) Material cerâmico;
- c) Material compósito de matriz polimérica;
- d) Material polimérico;
- e) Material compósito de matriz metálica.

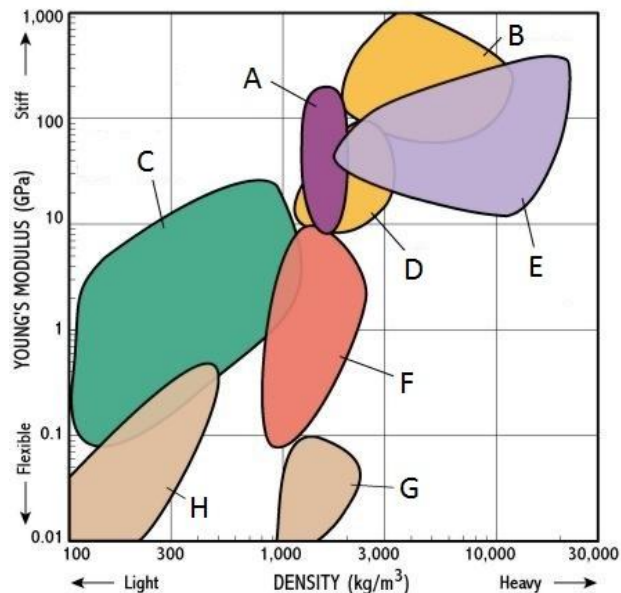
2. Para cada uma das afirmações a seguir, indique se ela é FALSA ou VERDADEIRA.

Afirmação	F	V
A composição química de uma mistura é representada pelas quantidades relativas dos componentes que a constituem somente no caso de materiais constituídos por moléculas.		
As propriedades mecânicas de um material podem ser definidas como sendo as formas pelas quais esse material responde a estímulos mecânicos específicos.		
Os termos “propriedade” e “desempenho”, quando empregados em Ciência e Engenharia de Materiais, são sinônimos.		
Um dos principais objetivos da Engenharia dos Materiais é o desenvolvimento de técnicas de processamento de materiais, baseadas nas relações entre composição, estrutura e propriedades.		
O termo “processamento” pode ser definido como sendo o conjunto de técnicas industriais empregadas para obtenção de produtos com forma e desempenho específicos.		
O termo “estrutura”, quando relacionado a um material, se refere ao arranjo interno de seus constituintes, e independe da escala na qual estamos analisando esse material específico.		

3. O módulo de Young é uma propriedade intrínseca dos materiais, dependente da composição química, microestrutura e defeitos (poros e trincas). É uma propriedade mecânica que dá uma medida da rigidez de um material sólido, e pode ser obtido por meio da relação entre a tensão (*força ou carga, por unidade de área, aplicada sobre um material*) exercida e a deformação (*mudança nas dimensões, por unidade da dimensão original*) sofrida pelo material.

A figura ao lado apresenta um gráfico no qual estão representadas a densidade e o módulo de Young de materiais. As áreas indicadas por letras representam diferentes grupos de materiais, listados abaixo:

- Borrachas e elastômeros;
- Cerâmicas;
- Cerâmicas porosas;
- Compósitos;
- Espumas;
- Madeiras;
- Metais e suas ligas;
- Polímeros.



Com base nas informações que você já dispõe a respeito das características gerais das diversas categorias de materiais, assinale a alternativa que relaciona corretamente as letras às categorias de materiais.

- Cerâmicas: **H**; Metais e suas ligas: **E**; Espumas: **G**; Polímeros: **C**.
- Cerâmicas: **C**; Metais e suas ligas: **E**; Espumas: **H**; Polímeros: **D**.
- Cerâmicas: **B**; Metais e suas ligas: **C**; Espumas: **G**; Polímeros: **F**.
- Cerâmicas: **B**; Metais e suas ligas: **E**; Espumas: **H**; Polímeros: **F**.
- Cerâmicas: **B**; Metais e suas ligas: **A**; Espumas: **D**; Polímeros: **F**.

4. Para cada uma das afirmações a seguir, indique se ela é FALSA ou VERDADEIRA.

Afirmação	F	V
A maior importância relativa dos metais em relação às outras categorias de materiais aconteceu em torno da metade do século XX.		
Materiais cerâmicos, devido ao caráter direcional de suas ligações, são normalmente transparentes.		
Materiais poliméricos são constituídos por compostos orgânicos de baixo peso molecular. Quando o peso molecular dos componentes orgânicos aumenta, esses materiais são chamados de compósitos.		
Elementos químicos comumente encontrados em materiais poliméricos são C e H e, em menores proporções, O, Cl, F, N e S.		

Materiais metálicos são bons condutores térmicos e elétricos devido à presença de elétrons livres.		
Materiais poliméricos são em geral flexíveis e fáceis de conformar devido ao caráter iônico das ligações que existem entre as macromoléculas que os constituem.		
Metais podem ser dúcteis ou rígidos, dependendo do grau de direcionalidade das ligações entre os elementos que os constituem.		
Materiais compósitos são formados por ao menos dois tipos de materiais: o componente de maior proporção, que é chamado de matriz (que somente pode ser polimérica ou metálica), e o componente em menor proporção, que é chamado de fase dispersa ou reforço (que pode ser somente metálica ou cerâmica).		
Materiais cerâmicos são geralmente duros e frágeis devido ao caráter direcional e à força das ligações que existem entre os elementos que os constituem.		
Existe somente uma forma de classificação de materiais, relacionada às propriedades das ligações químicas existentes entre os elementos que os constituem.		

5. Exercício do livro de Callister (**Callister, W.D.** Materials Science and Engineering: An Introduction. 8th Ed. Wiley. 2007. Cap.1).

QUESTION

1.1 Select one or more of the following modern items or devices and conduct an Internet search in order to determine what specific material(s) is (are) used and what specific properties this (these) material(s) possess(es) in order for the device/item to function properly. Finally, write a short essay in which you report your findings.

Cell phone/digital camera batteries
Cell phone displays
Solar cells
Wind turbine blades
Fuel cells
Automobile engine blocks (other than cast iron)
Automobile bodies (other than steel alloys)

Space telescope mirrors
Military body armor
Sports equipment
Soccer balls
Basketballs
Ski poles
Ski boots
Snowboards
Surfboards
Golf clubs
Golf balls
Kayaks
Lightweight bicycle frames

6. Adaptado do exercício 1.3 do livro de Newey e Weaver (**Newey, C.; Weaver, G.** Materials Principles and Practice. Butterworths. Londres. Cap.1). *Não devem ser considerados materiais de origem natural.*

EXERCISE 1.3 Try completing Table 1.2 You should:

- Give four common examples of each type of material.
- Give an assessment of the properties of each type. Use any scheme you like, such as high, medium, low. (Toughness is a measure of robustness; a material that breaks easily isn't tough.
- Give four examples of artefacts (or their components) in which such materials are used.
- Comment on the properties that could influence how each type is shaped into an artefact; its ductility for instance.
- Give examples of materials which do not fit readily into this classification.

For this exercise you may find it helpful to think about the articles around your home — their shapes and the materials used.

Table 1.2 Your characterization of metals, plastics, ceramics

	Plastics	Metals	Ceramics
Common examples (four for each)			
Young's modulus			
Toughness			
Tensile strength			
Compressive strength			
Electrical conductivity			
Thermal conductivity			
Density			
Melting or softening temperature			
Ductility			
Hardness or wear resistance			
Optical characteristics (e.g. transparency)			
Resistance to deterioration in different chemical and biological environments			
Examples of artefacts (four for each)			
Comments on properties that influence processing to shape			
Materials that do not fit this classification			

GABARITO

UNIDADE 1 Conceitos Gerais

UNIDADE 3 Classificação dos Materiais

1. As propriedades exibidas pelos materiais podem ser explicadas em grande parte pelo tipo de ligação química que está neles presente. Em uma análise feita em um laboratório de pesquisa, um analista identificou para um dado material as seguintes propriedades:

- O material é transparente;
- Apresenta alta temperatura de fusão;
- É mau condutor de eletricidade no estado sólido;
- Apresenta elevada dureza e comportamento frágil na fratura.

A partir das propriedades exibidas por esse material, assinale a alternativa que indica a qual categoria deve pertencer esse material.

- a) Material ~~metálico~~;
*Metais **não são transparentes** e **são bons condutores no estado sólido**. Existem metais com elevado ponto de fusão, elevada dureza e comportamento frágil na fratura.*
- b) Material cerâmico;
Existem materiais cerâmicos com todas essas características – um exemplo seria um vidro de elevado teor de sílica contendo boro – nome comercial Pyrex.
- c) Material ~~compósito de matriz polimérica~~;
*Materiais compósitos de matriz polimérica apresentam muitas das propriedades da matriz polimérica. Dessa forma, esses materiais tem **baixo ponto de fusão**.*
- d) Material ~~polimérico~~;
*Como categoria, os materiais poliméricos tem **baixo ponto de fusão** e são isolantes. Muitos polímeros tem comportamento dúctil na fratura (eles se deformam antes de quebrar), embora existam polímeros com comportamento frágil (um exemplo são as caixinhas de CDs, feitas de policarbonato). Também existem polímeros condutores.*
- e) Material ~~compósito de matriz metálica~~.
*Metais **não são transparentes**, e por isso os compósitos de matriz metálica também não o serão.*

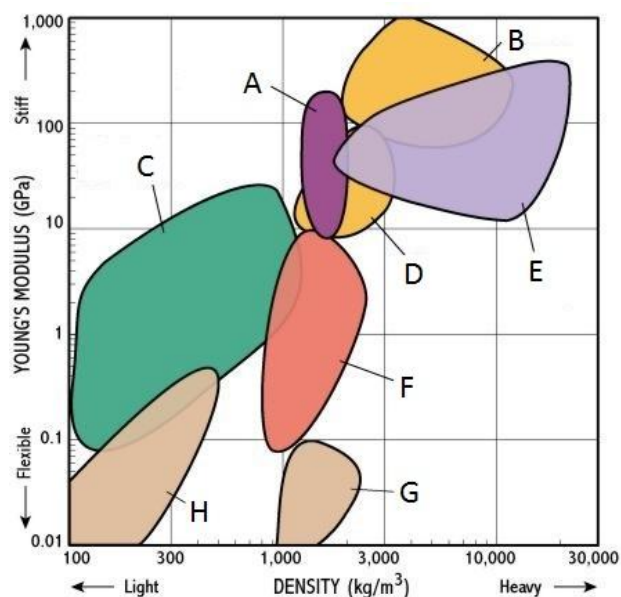
2. Para cada uma das afirmações a seguir, indique se ela é FALSA ou VERDADEIRA.

Afirmação	F	V
A composição química de uma mistura é representada pelas quantidades relativas dos componentes que a constituem somente no caso de materiais constituídos por moléculas.		
As propriedades mecânicas de um material podem ser definidas como sendo as formas pelas quais esse material responde a estímulos mecânicos específicos.		
Os termos “propriedade” e “desempenho”, quando empregados em Ciência e Engenharia de Materiais, são sinônimos. Não são – o termo “propriedade” está relacionado a um tipo de estímulo específico, enquanto “desempenho” está relacionado às múltiplas exigências (inclusive econômicas...) que um material deve atender para ser empregado em uma aplicação real.		
Um dos principais objetivos da Engenharia dos Materiais é o desenvolvimento de técnicas de processamento de materiais, baseadas nas relações entre composição, estrutura e propriedades.		
O termo “processamento” pode ser definido como sendo o conjunto de técnicas industriais empregadas para obtenção de produtos com forma e desempenho específicos.		
O termo “estrutura”, quando relacionado a um material, se refere ao arranjo interno de seus constituintes, e independe da escala na qual estamos analisando esse material específico. É sempre necessário especificar em que escala estamos considerando a estrutura de um material.		

3. O módulo de Young é uma propriedade intrínseca dos materiais, dependente da composição química, microestrutura e defeitos (poros e trincas). É uma propriedade mecânica que dá uma medida da rigidez de um material sólido, e pode ser obtido por meio da relação entre a tensão (*força ou carga, por unidade de área, aplicada sobre um material*) exercida e a deformação (*mudança nas dimensões, por unidade da dimensão original*) sofrida pelo material.

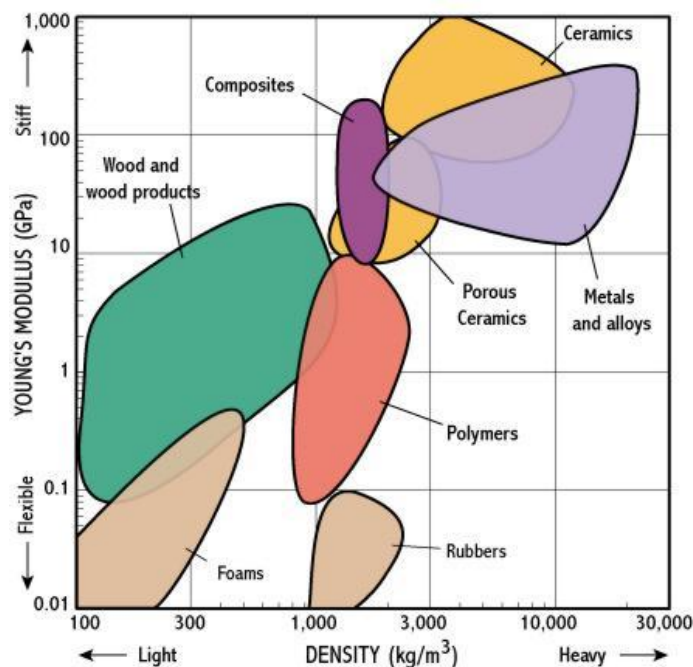
A figura ao lado apresenta um gráfico no qual estão representadas a densidade e o módulo de Young de materiais. As áreas indicadas por letras representam diferentes grupos de materiais, listados abaixo:

- Borrachas e elastômeros;
- Cerâmicas;
- Cerâmicas porosas;
- Compósitos;
- Espumas;
- Madeiras;
- Metais e suas ligas;
- Polímeros.



Com base nas informações que você já dispõe a respeito das características gerais das diversas categorias de materiais, assinale a alternativa que relaciona corretamente as letras às categorias de materiais.

- a) Cerâmicas: H; Metais e suas ligas: E;
Espumas: G; Polímeros: C.
- b) Cerâmicas: C; Metais e suas ligas: E;
Espumas: H; Polímeros: D.
- c) Cerâmicas: B; Metais e suas ligas: C;
Espumas: G; Polímeros: F.
- d) Cerâmicas: B; Metais e suas ligas: E;
Espumas: H; Polímeros: F.
- e) Cerâmicas: B; Metais e suas ligas: A;
Espumas: D; Polímeros: F.



Material	Módulo de Young			Densidade		
	Baixo	Interm.	Alto	Baixa	Interm.	Alta
Borrachas e elastômeros	X				X	
Cerâmicas			X			X
Cerâmicas porosas		X			X	
Compósitos		X	X		X	
Espumas	X			X		
Madeiras	X			X	X	
Metais e suas ligas		X	X		X	X
Polímeros	X				X	

4. Para cada uma das afirmações a seguir, indique se ela é FALSA ou VERDADEIRA.

Afirmação	F	V
A maior importância relativa dos metais em relação às outras categorias de materiais aconteceu em torno da metade do século XX.		
Materiais cerâmicos, devido ao caráter direcional de suas ligações, são normalmente dúcteis . <i>Ao contrário, justamente por isso, eles são normalmente frágeis.</i>		
Materiais poliméricos são constituídos por compostos orgânicos de baixo peso molecular. <i>Quando o peso molecular dos componentes orgânicos aumenta, esses materiais são chamados de compósitos.</i>		
Elementos químicos comumente encontrados em materiais poliméricos são C e H e, em		

menores proporções, O, Cl, F, N e S.		
Materiais metálicos são bons condutores térmicos e elétricos devido à presença de elétrons livres.		
Materiais poliméricos são em geral flexíveis e fáceis de conformar devido ao caráter iônico das ligações que existem entre as macromoléculas que os constituem. <i>As ligações que existem entre as macromoléculas nos polímeros e que são responsáveis pela flexibilidade e facilidade de conformação são ligações secundárias.</i>		
Metais podem ser dúcteis ou rígidos, dependendo do grau de direcionalidade das ligações entre os elementos que os constituem. <i>Não, as ligações metálicas não são direcionais. Não é isso que controla as propriedades mecânicas dos metais, que são bastante dependentes da microestrutura e da presença de defeitos, como será visto ao longo do curso.</i>		
Materiais compósitos são formados por ao menos dois tipos de materiais: o componente de maior proporção, que é chamado de matriz (que somente pode ser polimérica ou metálica), e o componente em menor proporção, que é chamado de fase dispersa ou reforço (que pode ser somente metálica ou cerâmica). <i>Tanto matrizes, como reforços, podem ser das três categorias clássicas de materiais: metálicos, cerâmicos e poliméricos.</i>		
Materiais cerâmicos são geralmente duros e frágeis devido ao caráter direcional e à força das ligações que existem entre os elementos que os constituem.		
Existe somente uma forma de classificação de materiais , relacionada às propriedades das ligações químicas existentes entre os elementos que os constituem. <i>Não, podem existir outras formas de classificação dos materiais → em relação à sua funcionalidade, por exemplo.</i>		

5. Exercício do livro de Callister (**Callister, W.D.** Materials Science and Engineering: An Introduction. 8th Ed. Wiley. 2007. Cap.1).

QUESTION

1.1 Select one or more of the following modern items or devices and conduct an Internet search in order to determine what specific material(s) is (are) used and what specific properties this (these) material(s) possess(es) in order for the device/item to function properly. Finally, write a short essay in which you report your findings.

Cell phone/digital camera batteries
Cell phone displays
Solar cells
Wind turbine blades
Fuel cells
Automobile engine blocks (other than cast iron)
Automobile bodies (other than steel alloys)

Space telescope mirrors
Military body armor
Sports equipment
Soccer balls
Basketballs
Ski poles
Ski boots
Snowboards
Surfboards
Golf clubs
Golf balls
Kayaks
Lightweight bicycle frames

...não se trata de um exercício cuja resposta será solicitada numa prova → trata-se mais de apresentar alguns exemplos para aguçar a curiosidade, para que vocês comecem a perceber – se é que já não perceberam... – a imensa variedade, complexidade (...e também beleza!) que existe na área da Ciência e da Engenharia dos Materiais.

Bola de Futebol

Jabulani

Jabulani means "to celebrate" in isiZulu, one of South Africa's 11 official languages. The graphic yellow, red, black and green designs were inspired by this first African nation to host a World Cup.

Weight:

15.52 ounces

Optimal air pressure:

11.6 to 14.5 psi

Circumference:

27 inches

Inner carcass

(polyester/cotton fabric)

Bladder (latex)**Aero grooves**

The grooves cover the ball and channel air over the surface for a truer flight.

The ball surface is textured for a better grip.

The grooves and the textured surface channel water away in adverse weather conditions.

3-D tripod panel**3-D triangle panel****Ball construction**

■ Eight thermally-bonded panels make the ball rounder.

■ Fewer seams create a 70% larger sweet spot.

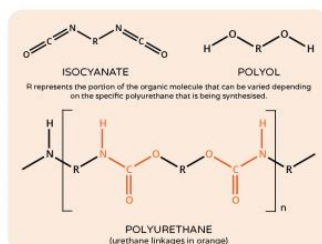
Source:
Adidas

Reporting
by Joan Murphy,
USA TODAY; photo
resource courtesy of
Adidas; graphic by
Bob Laird, USA TODAY

THE CHEMISTRY OF THE WORLD CUP BALL

POLYURETHANE COVERING

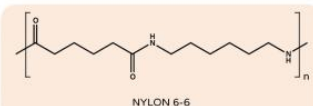
The surface covering of a football is composed of synthetic leather; in professional footballs, this is made from polyurethane polymers. The World Cup ball is made from six polyurethane panels, which are thermally bonded together. This covering protects the ball and minimises water absorption. In cheaper footballs, the coating can be made from PVC.



Polyurethane is a polymer - a very large molecule built up from many smaller units bonded together. The basic synthesis of polyurethanes involves the addition reaction of isocyanate and polyol molecules to form urethane groups.

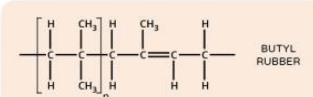
NYLON LINING

Several layers of lining are used between the covering of the football and the bladder to improve the bounce and strength of the ball. This lining is made of nylon, another class of polymers also known as polyamides. Polyesters can also be used for this purpose.



BUTYL BLADDER

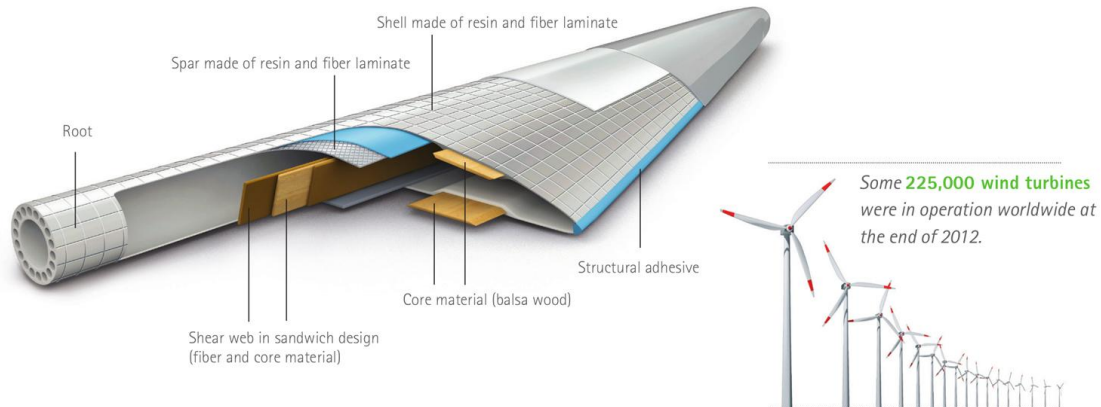
The bladder is the part of the ball in which the air is contained. Butyl rubber is often used because it retains the air better than the other option, latex. However, latex bladders can provide better surface tension.



© COMPOUND INTEREST 2014 - WWW.COMPOUNDCHEM.COM
SHARED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION-NONCOMMERCIAL-NODERIVATIVES 4.0 INTERNATIONAL LICENCE
PHOTO BY - RENATO GIZZI (FLICKR.COM/NATOGIZZI) - SHARED UNDER A CREATIVE COMMONS BY NC LICENCE



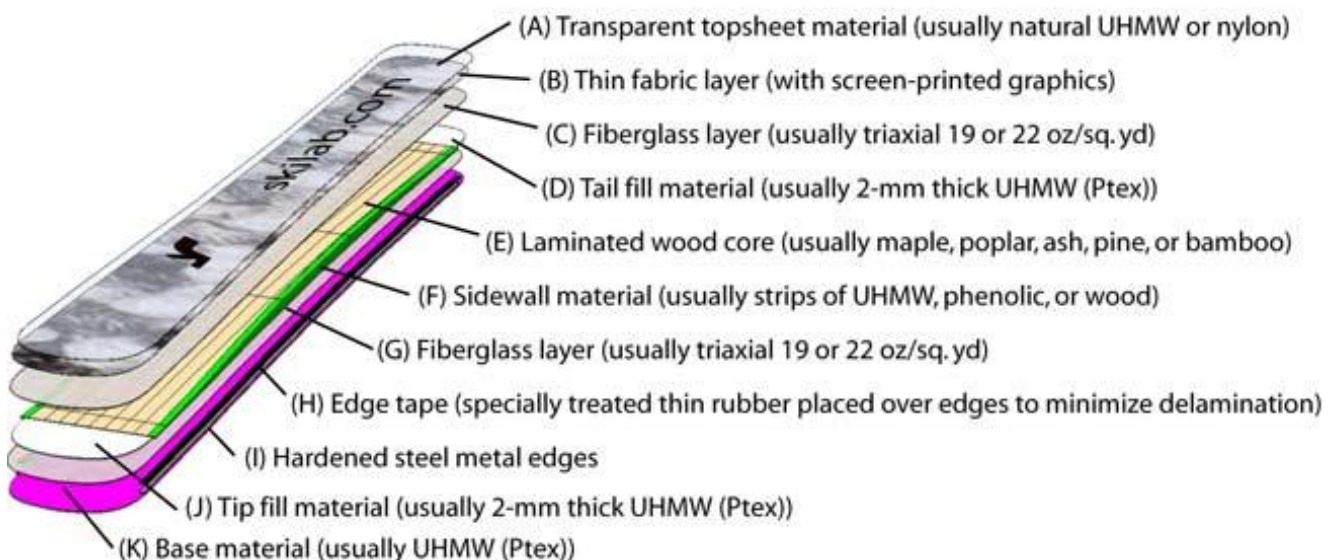
Pá de Turbinas Eólicas (“Wind turbine blade”)



Prancha de Snowboard

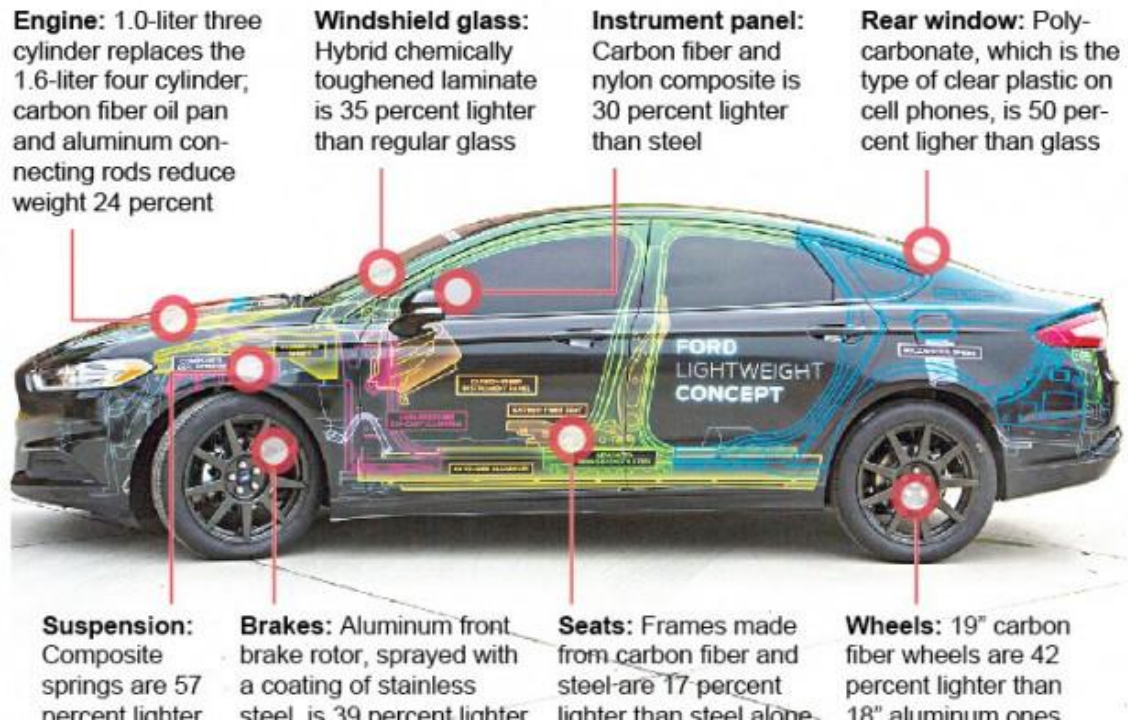
Anatomy of a Basic Snow Ski/Snowboard

(w/ Transparent topsheet and graphics screen-printed onto fabric layer)

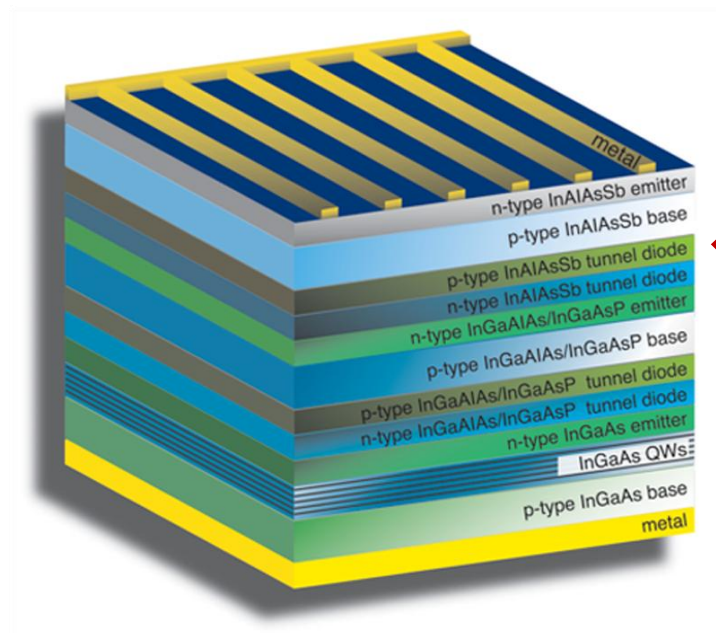
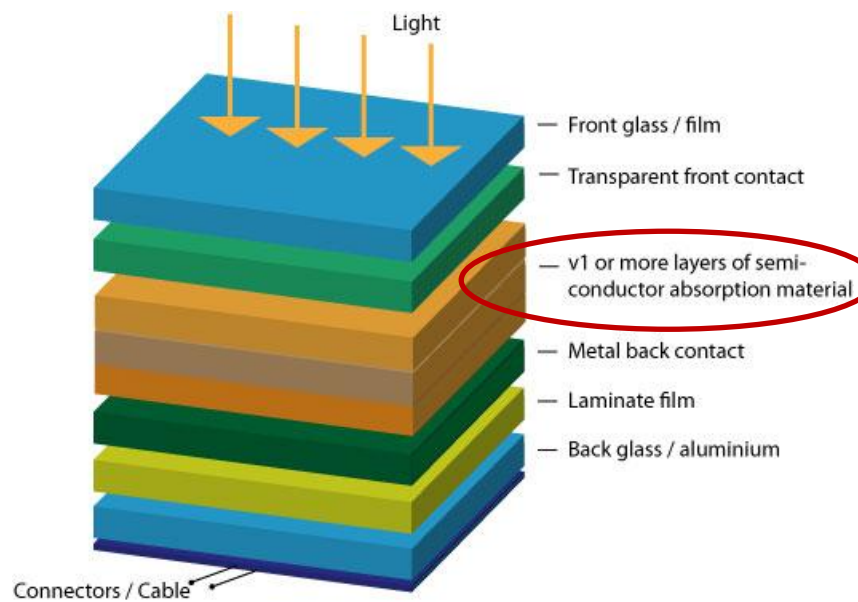


UHMW = Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (“Ultra High Molecular Weight”)

Componentes de materiais leves em automóveis



Células Solares



6. Adaptado do exercício 1.3 do livro de Newey e Weaver (**Newey, C.; Weaver, G.** Materials Principles and Practice. Butterworths. Londres. Cap.1).

Não devem ser considerados materiais de origem natural.

	Plastics	Metals	Ceramics
Common examples	polyethylene polystyrene nylon PVC rubber polyurethane Bakelite (i.e. phenol formaldehyde) epoxy (e.g. Araldite)	steel solder (Pb + Sn) copper cast iron brass (Cu + Zn) aluminium chromium silver	glass concrete alumina pottery brick porcelain
Young's modulus	low or very high	high	high
Toughness	some good, some poor	good	poor
Tensile strength	some fair, some poor	high	low
Compressive strength	fair	fairly high	high
Electrical conductivity	very low	high	very low
Thermal conductivity	low	high	low
Density	low	high	medium
Melting or softening temperature	low	fairly high to high	high
Ductility	some good, some nil	good	nil
Hardness or wear resistance	some low, some moderate	moderate	high
Optical characteristics	some transparent/ translucent, some opaque	opaque, naturally coloured	some transparent/ translucent, some opaque; can be artificially coloured
Deterioration in different chemical solutions	good	some good; some poor	good
Examples of artefacts	cold water plumbing, containers and panels of all sorts, adhesives, packaging, kitchenware, clothing, electrical/thermal insulation	electrical wiring, window frames, 'whitegoods' (cooker, fridge, etc.), car parts, machinery, jewellery, bridges, railway lines	windows, lintels, cups, abrasives, bricks, ovenware, tableware
Comments on properties that influence processing	some ductile and can be softened or melted at reasonable temperatures, hence can be shaped in solid form; others not ductile, cannot be shaped in solid state	many ductile, so can be shaped as solid lump e.g. rolled; can usually be melted and cast to shape from liquid	high melting point, so difficult to contain and process when molten; not ductile at ambient temperatures, so shaping as a solid lump usually not possible
Examples of materials that don't fit the classification	non-metallic elements, such as silicon, germanium, diamond physical mixtures of materials (called composites, e.g. plastics reinforced with glass fibres, or containing powders for cheapness tungsten carbide particles in cobalt for use in machine cutting tools glasses, which are unlike other ceramics mainly because they can be melted and therefore readily shaped at relatively low temperatures		